

SUMARIO

ÍNDICE SUMARIO	1
RESUM	8
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Objeto del proyecto	9
1.2. Descripción de la actividad.....	10
1.3. Ubicación.....	10
Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	13
2.1. Proceso industrial de fabricación.....	13
2.2. Zonas y espacios dedicados	16
2.3. Maquinaria.....	17
2.4. Personal	18
2.5. Material.....	18
Capítulo 3: INSTALACIÓN FONTANERÍA	19
3.1. Compañía suministradora de agua	19
3.2. Normas y referencias	19
3.2.1. Normativa aplicada.....	19
3.2.2. Herramientas de cálculo.....	20
3.3. Definiciones y abreviaturas	20
3.4. Elementos que componen la instalación.....	22
3.4.1. Acometida	22
3.4.2. Instalación general	22
3.4.3. Llave de registro	22
3.4.4. Llave de corte general o llave general del edificio	23
3.4.5. Filtro de la instalación general.....	23
3.4.6. Válvula de retención o anti-retorno.....	23
3.4.7. Armario o arqueta del contador general	23
3.4.8. Tubo de alimentación.....	23
3.4.9. Distribuidor principal.....	24
3.4.10. Ascendentes o montantes	24

3.4.11.	Instalaciones particulares	24
3.4.12.	Derivación particular.....	24
3.4.13.	Derivación de aparatos	25
3.4.14.	Agua fría sanitaria	25
3.4.15.	Agua caliente sanitaria.....	25
3.4.16.	Agua de recirculación.....	25
3.5.	Ejecución de las redes de conducto.....	26
3.5.1.	Uniones y juntas	26
3.5.2.	Accesorios	26
3.5.3.	Protección	26
3.5.4.	Instalaciones interiores	27
3.5.5	Disposiciones relativas a los aparatos	27
3.6.	Cálculos de caudales	28
3.6.1	Características de la red de distribución de agua	28
3.6.2.	Caudal instalado	28
3.6.3.	Dimensionado de tramos.....	28
3.6.4.	Dimensionado de la red de ACS	30
3.7.	Cálculo de la instalación	30
3.7.1.	Diámetro de tubería	31
3.7.2.	Pérdidas de carga.....	31
3.8.	Material de la instalación	32
3.9.	Producción y acumulación de ACS.....	33
3.9.1.	Contribución solar mínima	33
3.10.	Cálculos justificativos	34
Capítulo 4: INSTALACIÓN EVACUACIÓN DE AGUAS		35
4.1.	Normas y referencias	35
4.1.1.	Normativa aplicada.....	35
4.1.2.	Herramientas de cálculo.....	36
4.2.	Definiciones y abreviaturas	37
4.3.	Compañía suministradora del servicio de alcantarillado	38
4.4.	Descripción de la instalación	38
4.4.1.	Acometida	39
4.4.2.	Material	39
4.4.3.	Uniones	39
4.4.4.	Soportes	39
4.4.5.	Dispositivos sifónicos	39

4.5.	Cálculo de la instalación de evacuación de aguas pluviales.....	39
4.5.1.	Sumideros.....	40
4.5.2.	Ramales de recogida de aguas pluviales.....	40
4.5.3.	Bajantes	43
4.5.4.	Colectores	43
4.6.	Cálculo de la instalación de evacuación de aguas residuales.....	44
4.6.1.	Derivaciones individuales	44
4.6.2.	Ramales colectores.....	44
4.6.3.	Bajantes	45
4.6.4.	Colectores	46
4.7.	Ventilación.....	46
4.8.	Arquetas..	47
4.9.	Sistemas de bombeo.....	47
4.10.	Sistemas de depuración de aguas.....	48
4.11.	Cálculos justificativos	48
Capítulo 5: INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN		49
5.1.	Objeto.....	49
5.2.	Normas y referencias	49
5.2.1.	Normativa de aplicación	49
5.3.	Definiciones y abreviaturas	50
5.4.	Herramientas de cálculo	52
5.5.	Exigencias de calidad térmica del ambiente	52
5.5.1.	Generalidades.....	52
5.5.2.	Temperatura operativa y humedad relativa	52
5.5.3.	Velocidad media del aire	53
5.6.	Exigencia de calidad del aire interior	53
5.6.1.	Generalidades.....	53
5.6.2.	Categorías de calidad del aire interior en función de los edificios	53
5.6.3.	Caudal mínimo del aire exterior de ventilación	54
5.6.4.	Filtración aire exterior de ventilación	55
5.6.5.	Aire de extracción	56
5.7.	Elección aparatos	57
5.7.1.	Generalidades.....	57
5.7.2.	Caudal a renovar.....	58
5.8.	Cálculos justificativos	59

Capítulo 6: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	60
6.1. Objeto.....	60
6.2. Normas y referencias	60
6.2.1. Normativa aplicable.....	60
6.2.2. Herramientas de cálculo.....	61
6.3. Definiciones y abreviaturas	61
6.4. Sectorización	64
6.5. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI)	66
6.5.1. Ámbito de aplicación.....	66
6.5.2. Características de los establecimientos industriales.....	66
6.5.3. Tipo de combustible.....	67
6.6. Sistemas de protección contra incendios: Sector 1.....	68
6.6.1 Riesgo intrínseco de un sector de incendio.....	68
6.6.2. Sectorización	71
6.6.3. Materiales	72
6.6.4. Estabilidad al fuego	73
6.6.4.1. Elementos constructivos portantes.....	73
6.6.4.2. Elementos constructivos de cerramiento	74
6.6.4.3. Elementos de paso.....	74
6.6.5. Evacuación de los establecimientos industriales	74
6.6.5.1. Salida de evacuación	74
6.6.5.2. Puertas y pasos	75
6.6.5.3. Pasillos y rampas	75
6.6.5.4. Señalización medios evacuación	75
6.6.5.5. Iluminación de emergencia	75
6.6.6. Aproximación y entorno	76
6.6.7. Ventilación y eliminación de humos	76
6.6.8. Sistemas automáticos de detección de incendio	77
6.6.9. Sistemas manuales de alarma de incendio.....	77
6.6.10. Hidrantes exteriores	77
6.6.11. Extintores de incendio.....	77
6.6.12. Boca de incendio equipadas (BIE's)	77
6.6.13. Sistemas de rociadores automáticos de agua	78
6.7. Sistemas de protección contra incendios: Sector 2.....	78
6.7.1 Riesgo intrínseco de un sector de incendio.....	78

6.7.2.	Sectorización	80
6.7.3.	Materiales	81
6.7.4.	Estabilidad al fuego	81
6.7.4.1.	Elementos constructivos portantes	81
6.7.4.2.	Elementos constructivos de cerramiento	81
6.7.4.3.	Elementos de paso	82
6.7.5.	Evacuación de los establecimientos industriales	82
6.7.5.1.	Salida de evacuación	82
6.7.5.2.	Señalización medios evacuación	82
6.7.5.3.	Iluminación de emergencia	82
6.7.6.	Aproximación y entorno	82
6.7.7.	Ventilación y eliminación de humos	82
6.7.8.	Almacenamiento	82
6.7.9.	Sistemas automáticos de detección de incendio	83
6.7.10.	Sistemas manuales de alarma de incendio.....	83
6.7.11.	Hidrantes exteriores	83
6.7.12.	Extintores de incendio.....	83
6.7.13.	Boca de incendio equipadas (BIE's)	84
6.7.14.	Sistemas de rociadores automáticos de agua	84
6.8.	Sistemas de protección contra incendios: Sector 3.....	84
6.8.1	Riesgo intrínseco de un sector de incendio.....	84
6.8.2.	Sectorización	85
6.8.3.	Materiales	85
6.8.4.	Estabilidad al fuego	85
6.8.4.1.	Elementos constructivos portantes	85
6.8.4.2.	Elementos constructivos de cerramiento	85
6.8.4.3.	Elementos de paso	85
6.8.5.	Evacuación de los establecimientos industriales	86
6.8.5.1.	Salida de evacuación	86
6.8.5.2.	Puertas y pasos	86
6.8.5.3.	Pasillos y rampas	86
6.8.5.4.	Señalización medios evacuación	86
6.8.5.5.	Iluminación de emergencia	86
6.8.6.	Aproximación y entorno	86
6.8.7.	Ventilación y eliminación de humos	86
6.8.8.	Sistemas automáticos de detección de incendio	86

6.8.9.	Sistemas manuales de alarma de incendio.....	86
6.8.10.	Hidrantes exteriores	87
6.8.11.	Extintores de incendio.....	87
6.8.12.	Boca de incendio equipadas (BIE's)	87
6.8.13.	Sistemas de rociadores automáticos de agua	87
6.9.	Sistemas de protección contra incendios: Sector 4.....	88
6.9.1	Compartimentación en sectores de incendio	88
6.9.2.	Evacuación de ocupantes	88
6.9.2.1.	Salidas y recorridos de evacuación	88
6.9.2.2.	Puertas y pasos	88
6.9.2.3.	Pasillos y rampas	88
6.9.2.4.	Escaleras	88
6.9.2.5.	Señalización medios evacuación	89
6.9.3.	Detección, control y extinción del incendio	89
6.9.3.1.	Extintores portátiles	89
6.9.3.2.	Bocas de incendio equipadas	89
6.9.3.3.	Sistemas de alarma de incendio.....	89
6.9.3.4.	Sistemas de detección y de alarma de incendio	89
6.9.3.5.	Hidrantes exteriores.....	90
6.9.3.6.	Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios	90
6.9.4.	Aproximación y entorno	90
Capítulo 7: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN		91
7.1.	Normas y referencias	91
7.1.1.	Normativa de aplicación y disposiciones legales	91
7.2.	Herramientas de cálculo	92
7.3.	Definiciones y abreviaturas	92
7.4.	Generalidades	94
7.4.1.	Nivel de iluminación	94
7.4.2.	Características	95
7.4.3.	Control de la iluminación	95
7.4.4.	Iluminación de emergencia.....	95
7.4.5.	Iluminación de evacuación	95
7.5.	Cálculos justificativos	96
Capítulo 8: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....		97
8.1.	Compañía suministradora	97

8.2.	Normativa aplicable	97
8.3.	Herramientas de cálculo	98
8.4.	Previsión de cargas	101
8.4.1.	Potencia instalada	101
8.4.2.	Potencia simultánea y de utilización.....	101
8.4.3.	Potencia a contratar	101
8.5.	Instalación de enlace	102
8.5.1.	Acometida	102
8.5.1.1.	Tipo de instalación	102
8.5.1.2.	Características de cable y conductores.....	102
8.5.2.	Caja general de protección (C.G.P.)	102
8.5.2.1.	Tipo y características	103
8.5.3.	Línea general de alimentación	103
8.5.3.1.	Tipo de instalación	103
8.5.3.2.	Tipos de cables	103
8.5.4.	Equipo de medida y contadores.....	103
8.5.5.	Derivación individual.....	104
8.5.5.1.	Tipo de instalación	104
8.5.5.2.	Cables	104
8.5.6.	Dispositivos generales de control	104
8.6.	Instalación interior	105
8.6.1.	Descripción de la instalación	105
8.6.2.	Subdivisión.....	105
8.6.3.	Tubos y canales protectores	105
8.6.4.	Conductores	105
8.6.5.	Protección contra sobreintensidades	106
8.6.6.	Protección contra contactos directos	106
8.6.7.	Protección contra contactos indirectos.....	106
8.6.8.	Tomas de corriente.....	106
8.6.9.	Conexiones.....	107
8.7.	Instalación de toma a tierra	107
8.8.	Cálculos justificativos	108
Capítulo 9: BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVAS		109
9.1.	Referencias bibliográficas	109
9.2.	Bibliografía de consulta	110

RESUM

El projecte que hem realitzat té com a objectiu fer un estudi sobre les diferents instal·lacions, així com els càlculs necessaris per poder desenvolupar les activitats d'una empresa dedicada a la fabricació de mobles. Tot això complint les diferents normatives i reglamentacions necessàries per a aquestal activitat.

Per a la realització d'aquest projecte s'ha proposat una situació idealitzada en la qual ja disposem dels plànols de la nau, així com la parcel·la on està situada la mateixa.

Les instal·lacions requerides i que hem tractat en aquest projecte són: fontaneria, evacuació aigües residuals, sistemes de protecció contra incendis, electricitat, il·luminació i ventilació.

RESUMEN

El proyecto que hemos realizado tiene como objetivo hacer un estudio sobre las diferentes instalaciones, así como los cálculos necesarios para poder desarrollar las actividades de una empresa dedicada a la fabricación de muebles. Todo ello cumpliendo las diferentes normativas y reglamentaciones necesarias para tal actividad.

Para la realización de este proyecto se ha propuesto una situación idealizada en la cual ya disponemos de los planos de la nave, así como la parcela donde está situada la misma.

Las instalaciones requeridas y que hemos tratado en este proyecto son: fontanería, evacuación aguas residuales, sistemas de protección contraincendios, electricidad, iluminación y ventilación.

ABSTRACT

The project aims we have conducted a study on the various facilities, and calculations necessary to develop the activities of a company engaged in the manufacture of furniture. All this, to fulfill the various rules and regulations necessary for such activity.

For the realization of this project is a proposed idealized situation in which we already have plans for the ship, as well as the place where it is located.

The facilities required and that we address in this project are: plumbing, sewage disposal, fire protection systems, electricity, lighting and ventilation.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto tiene como finalidad efectuar los cálculos necesarios, la elección idónea de los componentes y la distribución en planta más óptima de las instalaciones de iluminación, electricidad, ventilación, contra incendios, agua sanitaria y climatización de las oficinas, todo ello cumpliendo con la normativa vigente, para poner en marcha una empresa dedicada a la producción de muebles.

La nave consta de una parcela de 1500 m², de los cuales 952,68 m² estarán destinados a la propia empresa la cual se divide en una planta baja (zonas de producción, almacenaje, vestuarios, cabina pintura) y en una planta primer piso (oficinas). El resto estará reservado a vías de paso y accesos a lugares de recepción o entrega de mercancías y a aparcamientos adecuados.

1.2. Descripción de la actividad

La actividad que se lleva a cabo en la empresa, según la CNAE de 2009 se clasifica dentro de la Sección C: Industria Manufacturera, en la clase 31.0 – Fabricación de muebles.

1.3. Ubicación

La nave se encuentra en el “Poligon Industrial Bufalvent” que pertenece al término municipal de Manresa en la comarca del Bages (Barcelona). El local se halla ubicado entre el carrer d’Esteve Terrades, 6-8 y el carrer Josep Comas i Solà. El acceso principal a las oficinas y a la zona de producción, se efectúa por el carrer Esteve Terrades, en cambio la salida del material acabado para su distribución se efectuará por el carrer Josep Comas i Solà.

La nave se encuentra colindante por la cara noroeste a otro edificio los cuales tienen estructuras totalmente independientes, en las otras direcciones tiene una distancia mínima de 6 metros respecto a otras edificaciones.

Sus coordenadas globales son las siguientes:

- Longitud: 41.713616 grados.
- Latitud: 1.845574 grados.

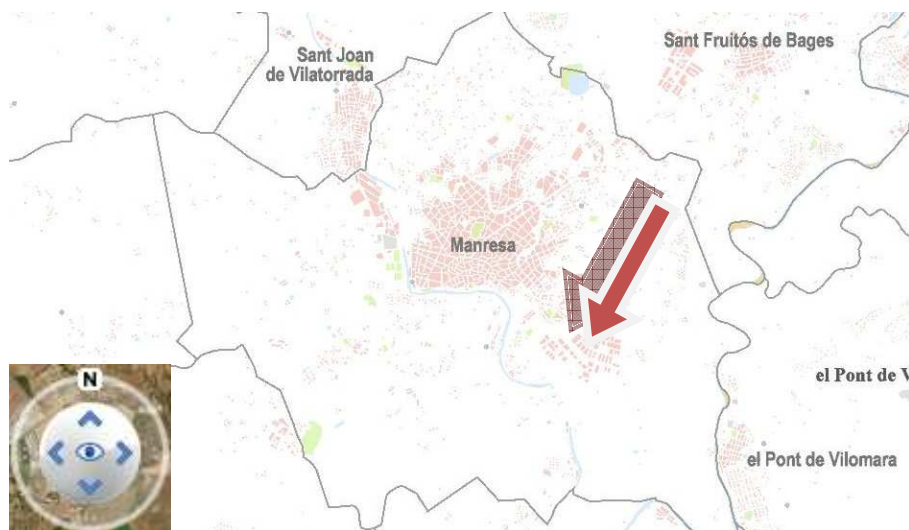


Figura 1.1. Vista satélite de Manresa.



Figura 1.2. Vista satélite de la ubicación del "Poligon Industrial Bufalvent".



Figura 1.3. Ubicación de la nave industrial.

Esta ubicación de la nave cumple el apartado A.2 del anexo II del Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, donde nos dice que las condiciones de aproximación al edificio cumplen con lo siguiente:

- Anchura mínima: 5 m
- Altura mínima libre o gálibo: 4,50 m
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m²

Se trata de una zona muy bien comunicada por vía terrestre, ya que se encuentra a escasos minutos de los accesos a la autopista C-16, la C-25 (más conocida como eje transversal) y la C-55. Por lo que el suministro de materia prima, así como la distribución del material acabado tienen una buena salida.

CAPÍTULO 2:

DESCRIPCIÓN DEL

PROCESO PRODUCTIVO.

2.1. Proceso industrial de fabricación

El proceso industrial de fabricación de la industria objeto de nuestro estudio, comprende las siguientes etapas:

- *Recepción de materia prima:* la madera a utilizar es comprada a un aserradero, se verifica que cubra las especificaciones, que no esté rota, pandeada, con grietas y excesivos nudos.
- *Selección madera a trabajar:* la selección debe tener en cuenta que para las partes exteriores visibles se utilice la mejor madera: libre de nudos, con veta uniforme y sin manchas.
- *Transporte al área de trazado:* una vez seleccionada la madera, esta se transporta al área de trazado.
- *Trazado:* en esta etapa mediante unos patrones realizados en la etapa de diseño del mueble, se realiza el trazado sobre la madera.
- *Transporte al área de corte:* una vez se ha trazado sobre la madera, esta se transporta al área de corte.

- *Corte:* con base en el trazado de las piezas del mueble se procede a realizar el corte dimensionado de la madera, esta primera etapa de corte consiste en cortar la madera sin precisar aun la forma exacta de las piezas, para este corte se utilizará la escuadradora.

Posteriormente la madera dimensionada es cortada con la forma precisa de las piezas el corte se realizara mediante la sierra de cinta. Una vez cortadas las piezas a las dimensiones requeridas, se deberá elaborar sobre las piezas los agujeros de sección circular o rectangular necesarios para el ensamble. También se deberán elaborar los acabados de los cantos, molduras, ranuras y partes machihembradas, para estas últimas operaciones se usara la escopleadora.

Como última etapa del proceso de corte las piezas deberán ser lijadas para darle el pre acabado necesario para el ensamble, en este proceso se utilizara la pulidora de banda larga.

- *Transporte al área de ensamble:* las piezas cortadas y pre acabadas se transportan al área de ensamble.
- *Ensamble:* en esta etapa las piezas pre acabadas son ensambladas, o bien mediante pegamento, o bien tornillería, asegurando la firmeza y estabilidad de los muebles.
- *Transporte al área de acabado:* una vez ensambladas se transportan al área de acabado.
- *Acabado:* aquí los elementos ensamblados pasan por una etapa de lijado, para eliminar posibles imperfecciones y facilitar la superficie de impregnación del barniz y/o pintura. El proceso de pintura y/o barniz se llevará a cabo en la cabina de pintura.
- *Transporte al almacén de producto terminado:* una vez secos, los muebles son transportados al almacén de producto acabado.
- *Almacén de producto terminado:* antes de proceder al almacenamiento de los muebles, estos se deberán proteger apropiadamente para evitar posibles desperfectos mediante la paletizadora. Para su posterior almacenamiento a la espera de su distribución.

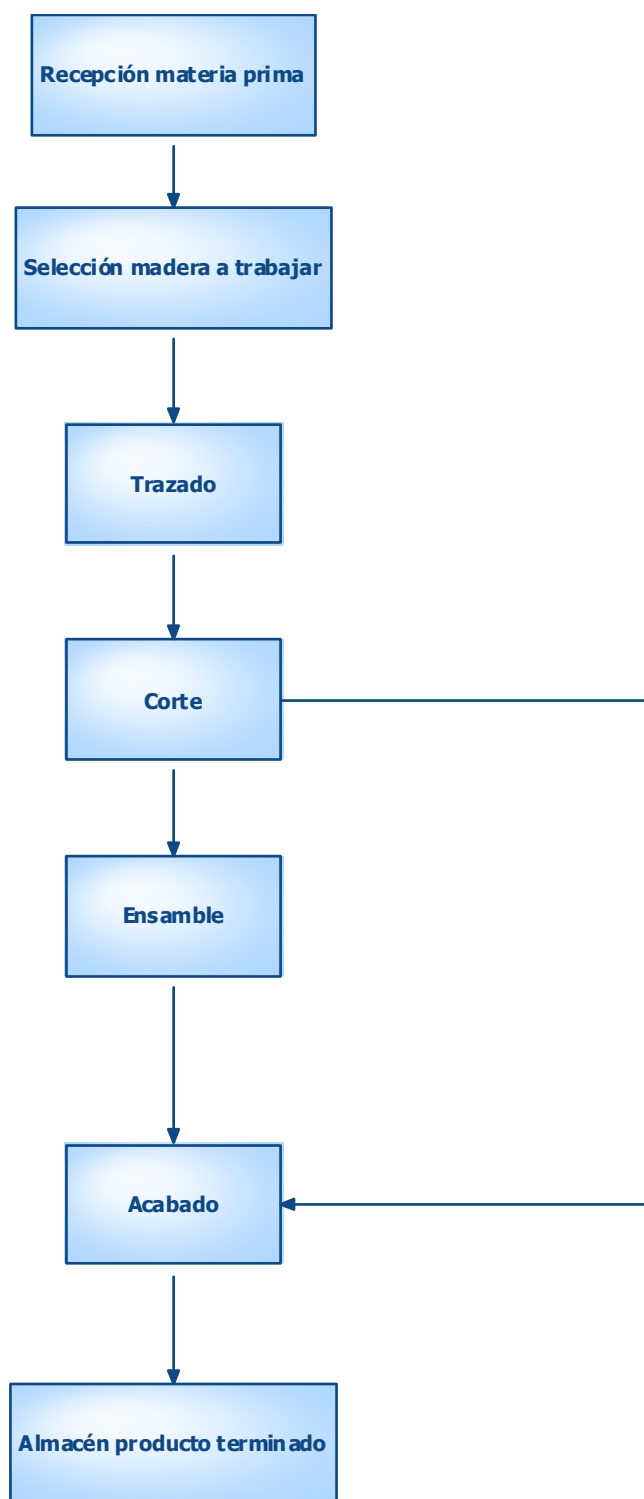


Figura 2.1. Diagrama de flujo de la actividad.

2.2. Zonas y espacios dedicados

La distribución de las diferentes zonas, y el espacio dedicado en la empresa son las siguientes:

- Planta baja

Tabla 2.1. Distribución de áreas en planta baja.

Zona	Área (m ²)
Almacén producto acabado	205,66
Vestuarios	24,20
Zona de descanso	22,46
Vestíbulo y pasillos	17,41
Gerencia	8,70
Cabina de pintura	30,36
Zona de producción	591,97
Total:	900,76

- Planta primera

Tabla 2.2. Distribución de áreas en planta primera.

Zona	Área (m ²)
Vestíbulo	8,70
Lavabo	6,59
Despacho 1	13,94
Despacho 2	13,94
Despacho 3	20,48
Oficina	41,60
Total:	105,25

2.3. Maquinaria

A continuación se muestra una relación de la maquinaria utilizada en el proceso productivo de la empresa, así como la ubicación de las mismas.

Tabla 2.3. Distribución de la maquinaria.

Maquinaria	Ubicación
Escuadradora	Zona de producción
Sierra de cinta	Zona de producción
Cepilladora - Regruesadora	Zona de producción
Tupi	Zona de producción
Máquina pulidora de banda ancha	Zona de producción
Compresores	Zona de producción
Taladro múltiple	Zona de producción
Lijadora de cantos	Zona de producción
Paletizadora	Almacén producto acabado
Tanques pintura	Cabina pintura

2.4. Personal

El personal necesario para la marcha en condiciones normales de la industria, el cual trabaja un solo turno de 8 horas, se estima en:

- 1 Directivo
- 2 Técnicos
- 2 Administrativos
- 5 obreros

Haciendo un total de 10 empleados, los cuales estarán suficientemente cualificados para el empeño de sus funciones.

2.5. Material

Los materiales que normalmente podremos encontrar en la nave serán los siguientes:

- Madera
- Pinturas
- Barnices
- Plásticos
- Acero

CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.

3.1. Compañía suministradora de agua

El suministro de agua a la empresa, se realizará mediante la compañía de aguas municipal.

3.2. Normas y referencias

3.2.1. Normativa aplicada

En este apartado se hace referencia a la normativa utilizada a la hora de la realización del suministro de agua en la nave industrial.

- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación la sección HS4 "Suministro de agua" del Documento Básico de Salubridad.
- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación la sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del Documento Básico de Ahorro de Energía.
- Real Decreto 1027/2007 del 20 de julio de 2007. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (R.I.T.E.)

- UNE-EN 1057:2007 "Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción".
- UNE-EN 1254-1:1999 "Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 1: Accesorios para soldeo o soldeo fuerte por capilaridad para tuberías de cobre".
- UNE-EN 1254-2:1999 "Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 2: Accesorios de compresión para tuberías de cobre".
- UNE-EN 1254-3:1999 "Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 3: Accesorios de compresión para tuberías de plástico".
- UNE-EN 1254-4/:1999 "Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 4: Accesorios para soldar por capilaridad o de compresión para montar con otros tipos de conexiones".
- UNE-EN 1254-5:1999 "Cobre y aleaciones de cobre. Accesorios. Parte 5: Accesorios de embocadura corta para soldar por capilaridad con soldeo fuerte para tuberías de cobre".
- UNE 100171:1989 "Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación".

3.2.2. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos necesarios se han utilizado hojas de cálculo tipo Excel confeccionadas a medida para este tipo de instalación.

3.3. Definiciones y abreviaturas

Acometida: tubería que enlaza la instalación general del edificio con la red exterior de suministro.

ACS: Agua caliente sanitaria.

AFS: Agua fría sanitaria.

Ascendentes (o montantes): Tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas.

Caudal instantáneo: volumen de agua suministrado por unidad de tiempo.

Caudal instantáneo mínimo: caudal instantáneo que debe recibir los aparatos sanitarios con independencia del estado de funcionamiento.

Caudal simultáneo: caudal que se produce por el funcionamiento lógico simultáneo de aparatos de consumo de suministro.

Contador general: aparato que mide la totalidad de los consumos producidos en el edificio.

Derivación del aparato: tubería que enlaza la derivación particular o una de sus ramificaciones con un aparato de consumo.

Derivación particular: tubería que enlaza el montante con las derivaciones de aparato, directamente o a través de una ramificación.

Diámetro nominal: número convencional que sirve de referencia y forma parte de la identificación de los diversos elementos que se acoplan entre sí en una instalación, pudiéndose referir al diámetro interior o al diámetro exterior. Vienen especificados en las normas UNE correspondientes a cada tipo de tubería.

Distribuidor principal: tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y las ascendentes o derivaciones.

Espesor nominal: número convencional que se aproxima al espesor del tubo.

Instalación general: conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares y las derivaciones colectivas.

Instalación interior particular: parte de la instalación comprendida entre cada contador y los aparatos de consumo del abonado correspondiente.

Red de tuberías llaves y dispositivos que discurren por el interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta los correspondientes puntos de consumo. Estará compuesta de:

- llave de paso: que permitirá el corte del suministro a toda ella
- derivaciones particulares: tramo de canalización comprendido entre la llave de paso y los ramales de enlace
- ramales de enlace: tramos que conectan la derivación particular con los distintos puntos de consumo
- puntos de consumo: todo aparato o equipo individual o colectivo que requiera suministro de agua fría para su utilización directa o para su posterior conversión en ACS

Local húmedo: local en el que existen aparatos que consumen agua, alimentados por las derivaciones de aparato de la instalación interior particular.

Llave de paso: llave colocada en el tubo de alimentación que puede cortarse el paso del agua hacia el resto de la instalación interior.

Llave de registro: llave colocada al final de la acometida para que pueda cerrarse el paso del agua hacia la instalación interior.

Presión de servicio: presión manométrica del suministro de agua a la instalación en régimen estacionario.

Presión de trabajo: valor de la presión manométrica interna máxima para la que se ha diseñado el tubo, considerando un uso continuado de 50 años.

Presión nominal: número convencional que coincide con la presión máxima de trabajo a 20°C.

Tubo de alimentación: tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal.

Válvula de retención: dispositivo que impide automáticamente el paso de un fluido en sentido contrario al normal funcionamiento de la misma.

Válvula de seguridad: dispositivo que abre automáticamente cuando la presión del circuito sube por encima de un valor de tarado, descargando el exceso de presión a la atmósfera. Su escape será reconducido a desagüe.

3.4. Elementos que componen la instalación

La instalación de fontanería se compondrá de diferentes partes. Desde la red de distribución saldrá una acometida, donde ira colocada una llave de registro y una llave de paso o llave del edificio. En esta última llave es donde comenzará el tubo de alimentación que enlazará con la instalación interior del edificio.

La unión de la acometida con el tubo de alimentación se realizará mediante una llave de paso situada dentro de la parcela en una arqueta debidamente impermeabilizada y de medidas reglamentarias.

Des de la llave de paso, saldrá el tubo de alimentación hacia el contador.

En el contador, y antes de entrar en la instalación, se instalará una llave de corte del abonado de fácil acceso para éste y una válvula de retención a la salida del mismo.

A continuación se realiza una descripción mas detalla de los elementos que intervienen en la instalación.

3.4.1. Acometida

La acometida es la conducción que enlaza la instalación general interior con el tubo de red de distribución pública. Deberá de disponer de cómo mínimo los elementos siguientes:

- una llave de toma o un collarín de toma de carga, sobre la tubería de la red exterior de suministro.
- un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
- una llave de corte en el exterior de la propiedad.

La conexión de la acometida la realizará la compañía suministradora. El punto de conexión por parte de la compañía suministradora se encuentra reflejado en la documentación gráfica.

3.4.2. Instalación general

La instalación interior general del edificio es la que se desarrolla desde la llave de paso hasta la instalación interior particular, conteniendo ésta el tubo de alimentación y contadores. El contador está dimensionado y su ubicación se establece en el plano de fontanería.

Será realizada por un instalador autorizado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria.

3.4.3. Llave de registro

Es la llave que se encuentra situada sobre la acometida, en la vía pública, cerca del edificio. Su manipulación solo la podrá realizar la compañía suministradora o personal autorizado.

3.4.4. Llave de corte general o llave general del edificio

Es la llave que se encuentra entre la unión de la acometida y el tubo de alimentación. Su función principal es la de poder cortar el suministro de agua a la instalación, siempre bajo responsabilidad del abonado.

Quedará alojada en una arqueta situada dentro de la propiedad. Si se dispone de armario de contador único general, la llave se ubicará en su interior.

La colocación de la llave de paso quedará reflejada en la documentación gráfica adjunta.

3.4.5. Filtro de la instalación general

Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone de armario contador único general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

3.4.6. Válvula de retención o anti-retorno

La válvula de retención tiene como objetivo proteger la red de distribución contra el retorno de posibles aguas sucias de la instalación, evitando de esta manera la inversión del flujo.

Su instalación se situará antes de la llave de salida del tubo de alimentación.

3.4.7. Armario o arqueta del contador general

Se situará en una zona de uso común, accesible para su posible manipulación y convenientemente señalizado para su identificación. En nuestra instalación el armario se situará dentro de la zona de producción, en la fachada Este enfrente de la gerencia.

En el interior del armario estarán, dispuestos en este orden, la llave de corte general, el filtro general, el contador, una llave, grifo y racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación se realizará en un plano paralelo al del suelo.

La llave de salida permitirá la interrupción del suministro general del edificio. La llave de corte general y de salida servirá para el montaje y desmontaje del contador general.

3.4.8. Tubo de alimentación

Es el tramo que une la llave de paso con el contador general.

El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado se deberán disponer registros para su inspección y control de fugas, como mínimo en sus extremos y en los cambios de dirección.

3.4.9. Distribuidor principal

Es la tubería que enlaza los sistemas de control de la presión y los montantes o derivaciones. Su trazado se realiza por zonas de uso común.

Se colocarán llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto, el suministro no quede interrumpido.

3.4.10. Ascendentes o montantes

Son las tuberías verticales que enlazan el distribuidor principal con las instalaciones interiores particulares o derivaciones colectivas.

Discurrirán por zonas de uso común y deberán ir alojados en recintos o huecos contruidos para tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deberán ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Los ascendentes dispondrán en su base de una válvula de retención, una llave de corte para operaciones de mantenimiento, y una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en una zona de fácil acceso y señaladas convenientemente. La válvula de retención se colocará según el sentido de circulación del agua.

En la parte superior del ascendente se instalarán dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

3.4.11. Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares son la red de tuberías, llaves y depósitos que discurren por el interior de la propiedad particular, desde la llave de paso hasta el correspondiente punto de consumo. Estará compuesto por los elementos siguientes:

- una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación.
- derivaciones particulares independientes para cada recinto húmedo. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para AFS como para ACS.
- ramales de enlace.
- puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, calentadores de agua instantáneos, acumuladores, calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, tendrán una llave de corte individual.

3.4.12. Derivación particular

La derivación particular es la red que distribuye el suministro dentro del edificio, desde la llave de sectorización hasta cada derivación de los aparatos.

En la nave industrial, el trazado se va a realizar por el techo y zonas comunes y se aislarán según normativa RITE, con espuma elastomérica de espesor mínimo de 20 mm para evitar condensaciones de agua fría y pérdidas térmicas en las tuberías de agua caliente. El aislamiento se colocará después de realizar las pruebas de estanqueidad correspondientes.

Las tuberías irán sujetas con abrazaderas de acero galvanizado, con juntas de goma isofónicas. No se permitirá el contacto directo entre metal-metal de la tubería con el soporte galvanizado, para evitar problemas de corrosión.

La distancia máxima entre soportes será de 1,80 m en los tramos verticales y 1,20 m en los tramos horizontales.

La separación entre el circuito de AFS y ACS será de 0,1 m y siempre estarán situadas por debajo de posibles canalizaciones eléctricas, manteniendo las distancias establecidas en el REBT-2002, guardando como mínimo una distancia en paralelo de 30 cm.

3.4.13. Derivaciones de aparatos

Se trata de la derivación que conecta la derivación particular con el aparato al que da servicio.

Las bajadas al punto de utilización se realizan encastadas, con un tubo corrugado de protección de color azul para el agua fría y de color rojo para el agua caliente.

En la documentación gráfica adjunta se reflejan los diámetros de las diferentes derivaciones de aparatos.

3.4.14. Agua fría sanitaria

Los elementos consumidores de AFS serán los lavamanos, cisternas de los inodoros y las duchas.

Los recintos húmedos serán los vestuarios de la planta baja y el lavabo de la primera planta.

Los grifos de los lavamanos serán temporizados con pulsación suave y tendrán elementos ahorradores de agua.

Las cisternas de los inodoros dispondrán de doble mecanismo de descarga, para minimizar el consumo de agua.

3.4.15. Agua caliente sanitaria

La red de ACS se alimentará de agua fría la cual será tratada térmicamente mediante una caldera, su situación se describe en el plano correspondiente, que aumentará la temperatura de ésta con tal de que llegue a una temperatura mínima en los puntos de consumo de duchas y lavamanos, los aparatos podrán regular la temperatura del agua mediante un grifo mono mando.

3.4.16. Agua de recirculación

La red de distribución estará dotada de una instalación de agua de recirculación cuando la longitud de la tubería de impulsión de ACS al punto más alejado sea de 15 metros.

En nuestro caso, no será necesaria dicha instalación ya que sólo daremos servicio con agua caliente a los vestuarios de la planta baja.

3.5. Ejecución de las redes de conductos

La ejecución de la red situada en el subsuelo tendrá que estar provisto de un revestimiento de protección anticorrosión. El trazado de las tuberías vistas se realizará de forma limpia y ordenada. Se protegerán correctamente en el caso de estar expuestas a cualquier tipo de posible deterioro por posibles golpes fortuitos.

3.5.1. Uniones y juntas

Las uniones entre sí de los tubos y de estos con el resto de accesorios se harán de acuerdo con los materiales en contacto y de tal forma que la ejecución de las operaciones se lleve a cabo de forma que no se provoquen pérdidas de estanqueidad en las uniones. Las uniones de los tubos resistirán correctamente a la tracción.

Las uniones de los conductos de cobre se realizarán mediante soldadura o mediante manguitos mecánicos, ya sea una soldadura por capilaridad o con manguitos de compresión o de ajuste cónico.

3.5.2. Accesorios

La colocación mediante grapas y abrazaderas tendrá que realizarse con mucho cuidado para que los conductos queden perfectamente alineados, se respeten las distancias exigidas y no transmitan ni ruidos ni vibraciones al edificio.

Los soportes se situaran de tal forma que los tubos nunca se apoyen sobre las uniones y procurando no encofrar en un elemento estructural.

3.5.3. Protecciones

- Protección contra la corrosión

Los tubos de cobre de nuestra instalación irán recubiertos con una capa de revestimiento plástico cuando los tubos discurren enterrados o empotrados.

Toda conducción exterior y al aire libre deberá ir debidamente protegida.

- Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se deberá tener en cuenta la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera anti vapor. Se consideran válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100171:1989.

- Protecciones térmicas

Para soportar altas temperaturas se utilizarán materiales que cumplan con la norma anteriormente comentada como aislante térmico.

En el caso de que la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red puede alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, como es nuestro caso, se aislará térmicamente con el correspondiente aislante, según material y diámetro del tubo.

– Protección contra esfuerzos mecánicos

Cuando una tubería atraviese cualquier elemento constructivo que pueda transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, se colocará una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente.

Cuando la tubería atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan los esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no sobrepasará la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no sobrepasará los 2 bares; el golpe de ariete negativo no podrá bajar del 50% de la presión de servicio.

– Protección contra ruidos

Los huecos, tanto horizontales como verticales, por donde discurren las conducciones estarán situadas en zonas comunes.

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán anti vibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

3.5.4. Instalaciones interiores

Se prohíbe la instalación de cualquier tipo de dispositivo que pueda introducir cualquier tipo de fluido en las instalaciones interiores o el retorno del agua a las instalaciones. De igual forma quedan prohibidas las conexiones directas de la instalación de agua con aguas ya utilizadas.

Los conductos de distribución deberán pasar por encima de las puertas y ventanas.

3.5.5. Disposiciones relativas a los aparatos

Los aparatos deberán ser alimentados desde arriba, no pudiéndose realizar la alimentación desde abajo. Los grifos de lavabos, lavamanos y duchas estarán diseñados para economizar el agua o dispondrán de sistemas economizadores.

Se dispondrán sistemas anti retorno para evitar la inversión del sentido de flujo en los siguientes puntos de la nave: después de contadores, en la base de los montantes, antes de los aparatos de climatización.

3.6. Cálculo de caudales

Para la realización del cálculo de los caudales de la instalación, se han tenido en cuenta las siguientes premisas de diseño.

3.6.1. Características de la red de distribución de agua

Según la información facilitada por la compañía de aguas municipal, la red de distribución de agua presenta las siguientes características.

- Presión disponible en acometida: 30 mcda.
- Caudal disponible: Suficiente y regular.
- Altura máxima desde la acometida: 5 m.
- Temperatura agua de red: 10°C.

3.6.2. Caudal instalado

Para el cálculo del caudal instalado se han utilizado los datos de la tabla 2.1 de la Sección HS4 del Código Técnico, donde se especifican los caudales instantáneos mínimos para cada tipo de aparato.

Tabla 3.1. Caudales instantáneos mínimos para diferentes aparatos.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo AFS (l/s)	Caudal instantáneo mínimo ACS (l/s)
Inodoro con cisterna	0,10	-
Ducha	0,20	0,10
Lavamanos	0,05	0,03

En función de estos consumos y del número de aparatos existentes en la instalación, se obtienen los datos sobre el caudal instalado que aparecen en el apartado de cálculo del Anexo.

3.6.3. Dimensionado de tramos

El dimensionado de la red se realizará a partir del dimensionado de cada uno de los tramos que la componen. Se partirá del circuito considerando el caso más desfavorable aquel que contenga la mayor pérdida de presión debido tanto a las pérdidas por rozamiento como a la altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se realizará conforme al siguiente procedimiento:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados de acuerdo con la tabla anterior.

- Se establecerán coeficientes de simultaneidad para cada tramo.
- Se determinará el caudal de cálculo simultáneo como el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo, para nuestra instalación se ha adoptado una velocidad de 1,5 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de velocidad.
- Determinación de las pérdidas de carga mediante un ábaco de cálculo de tuberías de fontanería.

Cálculo del coeficiente de simultaneidad

Viene dado por la siguiente expresión:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (3.1)$$

Donde:

K= coeficiente de simultaneidad entre aparatos

n= número de aparatos instalados

Los ramales de enlace y las derivaciones a recintos húmedos se dimensionarán según la tabla 4.2 del documento HS4 del CTE.

Tabla 3.2. Diámetros mínimos de ramales y derivaciones.

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Inodoro con cisterna	½	12
Ducha	½	12
Lavamanos	½	12

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado anterior, y según la tabla 4.3 del documento HS4 del CTE tendrán como mínimo los siguientes valores:

Tabla 3.3. Diámetros mínimos de alimentación.

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular, vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	<50 kW	12
	50-250 kW	20
	250-500 kW	25
	>500 kW	32

3.6.4. Dimensionado de la red de ACS

Para el circuito de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo proceso de cálculo que el utilizado para redes de agua fría.

3.7. Cálculo de la instalación

Según el proceso descrito anteriormente se pretende encontrar los parámetros de funcionamiento siguientes:

- Cálculo de la velocidad del fluido, este valor estará comprendido entre 0,50 – 2,00 m/s.
- Una presión mínima en los puntos de consumo:
 - 100 kPa para grifos comunes.
 - La presión de cualquier punto no superará los 500 kPa.

Como resultado de todos los cálculos realizados, obtenemos el dimensionado específico para cada uno de los tramos que componen la instalación.

Estos cálculos justificativos, aparecen en el Anexo de cálculos.

3.7.1. Diámetro de tubería

Para obtener el diámetro de tubería necesario en cada uno de nuestros tramos de la instalación de agua utilizaremos la siguiente fórmula:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \quad (3.2)$$

Donde:

Q= Caudal máximo previsible [l/s]

V= Velocidad de hipótesis [m/s]

D= Diámetro interior de la tubería [mm]

Así pues conociendo el caudal máximo previsible de cada tramo, y fijando una velocidad de hipótesis, que en nuestro caso hemos escogido 1,5 m/s, se obtiene el diámetro interior de tubería a utilizar en cada tramo.

Si el diámetro obtenido, es menor al indicado en la tabla 7.2 se cogerá este al ser mínimo, si no, se cogerá el siguiente normalizado.

3.7.2. Pérdidas de carga

Para el cálculo de la pérdida de carga en los tramos de la instalación se ha utilizado un ábaco, en el cual entrando con el caudal y el nuevo diámetro de tubería previamente calculado, obtenemos el valor de la pérdida de carga por unidad de longitud.

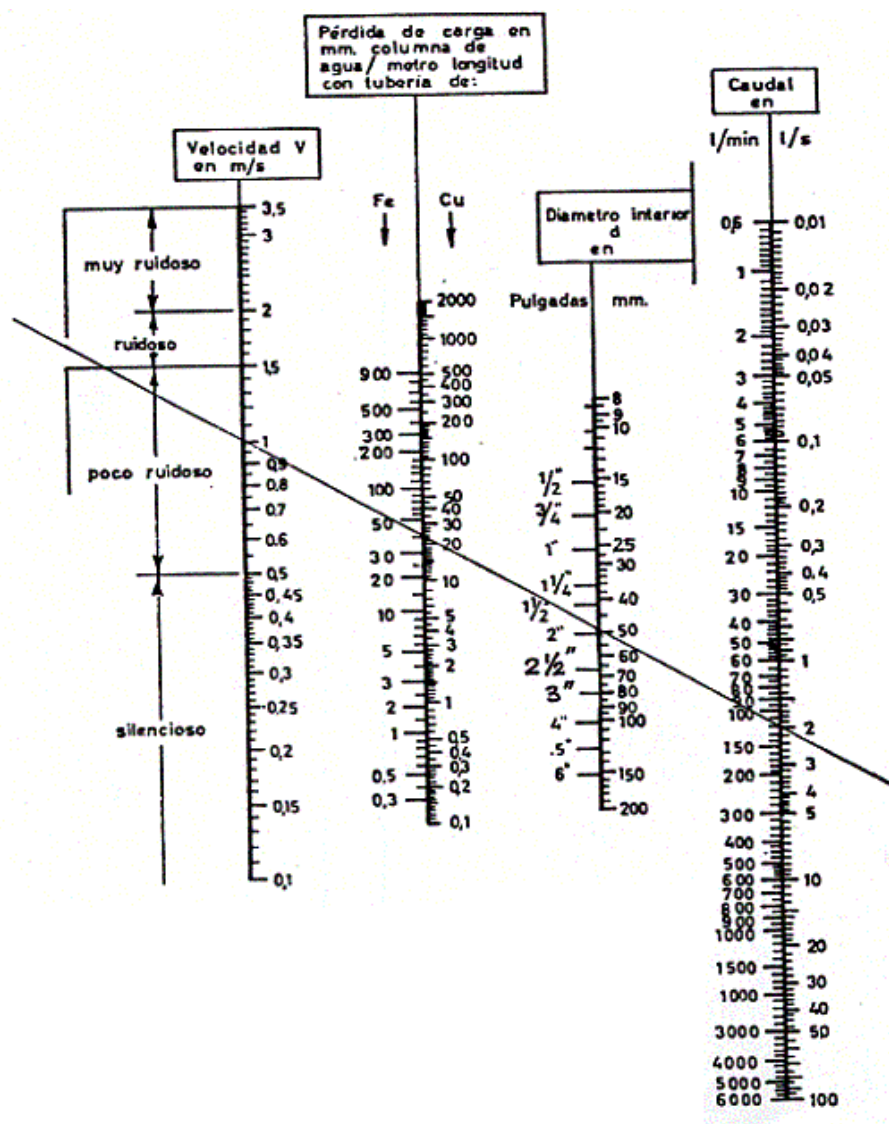


Figura 3.1. Ábaco pérdida de carga.

3.8. Material de la instalación

En este proyecto se utilizará el cobre como material de la instalación en todos los tubos excepto en el de alimentación, el cual estará construido de polietileno de alta densidad. Este deberá cumplir con la norma UNE-1057, y las uniones y conexiones se realizarán mediante soldadura capilar.

Los materiales utilizados en tubería y grifería de la instalación interior deberán ser capaces de soportar una presión de cómo mínimo 15 kg/cm² para poder resistir la presión de servicio. Asimismo deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables en el tiempo sus propiedades físicas (resistencia, rugosidad, etc.). Tampoco podrán alterar las características del agua (sabor, olor, potabilidad, etc.).

3.9. Producción y acumulación de ACS.

En nuestra instalación el ACS se obtendrá mediante un acumulador eléctrico individual. Esta agua que se calentará, se ha tenido en cuenta a la hora de dimensionar la instalación de agua fría ya que es de ésta red de donde se extrae el caudal necesario para calentarla.

El acumulador solo deberá de dar servicio a los aparatos que consuman ACS, duchas y lavamanos de la planta baja.

A la hora del diseño deberemos tener en cuenta el Documento Básico HE-4 del Código Técnico de la Edificación en el cual se hace referencia a la contribución solar mínima de ACS.

3.9.1. Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En la tabla siguiente se indica, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual, considerando los siguientes casos:

- General: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras.
- Efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

Tabla 3.5. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

En nuestra instalación nos encontraremos con el caso del Efecto Joule y ya que se pertenece a la zona climática III, como se muestra a continuación, nos encontraremos con un aporte del 70%.

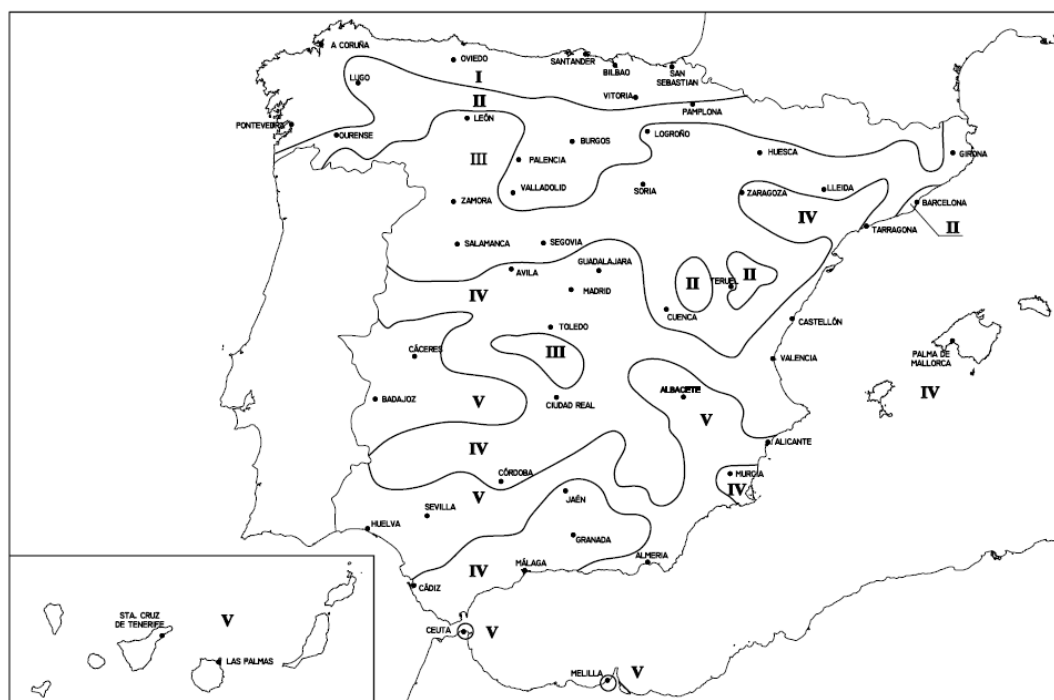


Figura 3.2. Mapa de zonas climáticas.

3.10. Cálculos justificativos

En el correspondiente anexo se adjuntan los cálculos justificativos de la instalación de fontanería, tanto para AFS como para ACS y retorno.

CAPÍTULO 4:

INSTALACIÓN DE

EVACUACIÓN DE AGUAS.

4.1. Normas y referencias

En el siguiente apartado se hará mención a la relación de documentos consultados para el dimensionado de las instalaciones de evacuación de aguas del proyecto.

4.1.1. Normativa aplicada

- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación la sección HS5 "Evacuación de aguas" del Documento Básico de Salubridad.
- UNE-EN 1329-1:1999 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema".
- UNE-EN 1329-2:1999 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad".
- UNE-EN 1401-1:2009 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de

vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.

- UNE-EN 1401-2:2001 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.
- UNE-EN 1401-3:2002 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 3: Práctica recomendada para la instalación”.
- UNE-EN 1453-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Requisitos para los tubos y el sistema”.
- UNE-EN 1453-2:2001 “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Guía para la evaluación de la conformidad”.
- UNE-EN 1293:2000 “Requisitos generales para los componentes utilizados en tuberías de evacuación, sumideros y alcantarillado presurizadas neumáticamente”.
- UNE-EN 12056-1:2001 “Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios. Parte 1: Requisitos generales y de funcionamiento”.
- UNE-EN 12056-2:2001 “Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios. Parte 2: Canalización de aguas residuales de aparatos, diseño y cálculo”.
- UNE-EN 12056-3:2001 “Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios. Parte 3: Desagüe de aguas pluviales de cubiertas, diseño y cálculo”.
- UNE-EN 12200-1:2001 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas pluviales en instalaciones aéreas y al exterior. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado. Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.

4.1.2. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos necesarios se han utilizado hojas de cálculo tipo Excel confeccionadas a medida para este tipo de instalación.

4.2. Definiciones y Abreviaturas

Acometida: conjunto de conducciones, accesorio y uniones instalados fuera de los límites del edificio, que enlazan la red de evacuación de éste a la red general de saneamiento o al sistema de depuración.

Aguas pluviales: aguas procedentes de precipitación natural, básicamente sin contaminar.

Aguas residuales: las aguas residuales que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes de los edificios.

Aparato sanitario: dispositivo empleado para el suministro local de agua para uso sanitario en los edificios, así como para su evacuación.

Bajantes: canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los sumideros sifónicos en cubierta y los canalones y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o hasta el colector suspendido.

Cierre hidráulico: o sello hidráulico, es un dispositivo que retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire fétido desde la red de evacuación a los locales donde están instalados los aparatos sanitarios, sin afectar el flujo del agua a través de él.

Colector: canalización que conduce las aguas desde los bajantes hasta la red de alcantarillado público.

Diámetro interior: diámetro interior medio de la tubería en cualquier sección transversal.

Diámetro nominal: designación numérica de la dimensión que corresponde al número redondeado más aproximado al valor real del diámetro, en mm.

Longitud efectiva: de una red de ventilación, es igual a la longitud equivalente dividida por 1,5 para incluir sin pormenorizar, las pérdidas localizadas por elementos singulares de la red.

Longitud equivalente: de una red de ventilación, depende del diámetro de la tubería, de su coeficiente de fricción y del caudal de aire (función a su vez del caudal de agua), expresándose:

$$L = 2,58 \cdot 10^{-7} \cdot \left(\frac{d^5}{f \cdot q^2} \right) \quad (4.1)$$

Siendo:

d: diámetro de la tubería, en mm.

f: coeficiente de fricción, adimensional.

q: caudal de aire, en dm³/s.

Para una presión de 250 Pa.

Pozo general del edificio: punto de conexión entre las redes privada y pública, al que acometen los colectores procedentes del edificio y del que sale la acometida a la red general.

Red de evacuación: conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de un edificio.

Red general de saneamiento: conjunto de conducciones, accesorios y uniones utilizados para recoger y evacuar las aguas residuales y pluviales de un edificio.

Reflujo: flujo de las aguas en dirección contraria a la prevista para su evacuación.

Sifonamiento: fenómeno de expulsión del agua fuera del sello hidráulico por efecto de las variaciones de presión en los sistemas de evacuación y ventilación.

Sistema de depuración: instalación destinada a la realización de un tratamiento de las aguas residuales previo a su vertido.

Sistema de desagüe: es el formado por los equipos y componentes que recogen las aguas a evacuar y las conducen al exterior de los edificios.

Sistema mixto o semiseparativo: aquel en el que las derivaciones y bajantes son independientes para aguas residuales y pluviales, unificándose ambas redes en los colectores.

Sistema separativo: aquel en el que las derivaciones, bajantes y colectores son independientes para aguas residuales y pluviales.

Unidad de desagüe: es un caudal que corresponde a 0,47 dm³/s y representa el peso que un aparato sanitario tiene en la evacuación de los diámetros de una red de evacuación.

Válvula de retención o antirretorno: dispositivo que permite el paso de fluido en un solo sentido, impidiendo los retornos no deseados.

Ventilación primaria: subsistema que tiene como función la evacuación del aire en el bajante para evitar sobrepresiones y subpresiones en la misma durante su funcionamiento y consiste en la prolongación del bajante por encima de la última planta hasta la cubierta de forma que quede en contacto con la atmósfera exterior y por encima de los recintos habitables.

4.3. Compañía suministradora del servicio de alcantarillado

El servicio de alcantarillado público será proporcionado por el propio Ayuntamiento de Manresa.

4.4. Descripción de la instalación

La instalación se compondrá de dos redes de recogida de aguas por separado; una que recogerá las aguas pluviales captadas en el edificio y la otra que se encargará de recoger el agua generada en el edificio (aguas residuales).

La recogida de las aguas pluviales se realiza en la cubierta del edificio mediante los correspondientes sumideros, canalizaciones, bajantes y colectores.

La red de recogida de aguas residuales comenzará por la parte más elevada del edificio, en nuestro caso la planta de oficinas, recogiendo las aguas residuales de los aparatos situados en el lavabo de dicha planta y conduciéndolas mediante el correspondiente ramal, el bajante y colectores hacia el exterior del edificio.

Finalmente una vez diseñadas las dos redes claramente diferenciadas, se juntan en un conducto mixto para su posterior salida a la red pública de alcantarillado.

Para cada una de las redes de recogida de aguas se preverá el correspondiente sistema de ventilación.

4.4.1. Acometida

Según la tabla 4.5 y 4.9 del Documento Básico de Salubridad sección HS5, la conexión a la red pública de alcantarillado se realizará mediante tubos del diámetro siguiente:

- Un colector de red pluvial de 90 mm de diámetro, para una pendiente del 2% y que tiene que evacuar una superficie de 136 m².
- Un colector general de red residual de 75 mm de diámetro, para una pendiente del 2% y que tiene que evacuar 35 unidades de descarga.

4.4.2. Material

El material utilizado para los conductos de la instalación de aguas pluviales y residuales será el PVC.

4.4.3. Uniones

Las uniones se realizarán mediante los sistemas y procedimientos homologados por los fabricantes de conductos de PVC.

4.4.4. Soportes

Los soportes de los conductos de evacuación serán abrazaderas isofónicas de acero galvanizado con junta de goma, colladas mediante varilla roscada al forjado.

4.4.5. Dispositivos sifónicos

Todos los aparatos dispondrán de un sifón individual ya sea en el mismo aparato o mediante una arqueta al pie de bajante.

4.5. Cálculo de la instalación de evacuación de aguas pluviales

Como se ha comentado anteriormente se prevé una instalación de evacuación de aguas independiente para las aguas pluviales, aunque posteriormente dicha red se juntará con la instalación de aguas residuales mediante la arqueta sifónica general.

Para el cálculo de la instalación se han tenido en cuenta las especificaciones de diseño incluidas en el Documento Básico referente a la Salubridad HS-5, que nos dice que la forma de calcular el dimensionado viene en función de la superficie de captación de agua.

Para el correcto dimensionado de bajantes y colectores, se debe tener en cuenta la intensidad pluviométrica del emplazamiento de la nave industrial, que viene recogido en el Apéndice B del Documento Básico.

4.5.1. Sumideros

Se prevé la colocación de sumideros en la cubierta de la nave para la recogida de las aguas pluviales. El número mínimo de sumideros que deberá contener la cubierta dependerá de la superficie de la misma.

Tabla 4.1. Número de sumideros en función de la superficie de cubierta.

Superficie de cubierta en proyección (m ²)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m ²

4.5.2. Canales de recogida de aguas pluviales

Para la cubierta de dos aguas utilizaremos dos canales de sección semicircular para la recogida, el diámetro nominal de estos dependerán de la intensidad pluviométrica de la zona, la superficie y la pendiente.

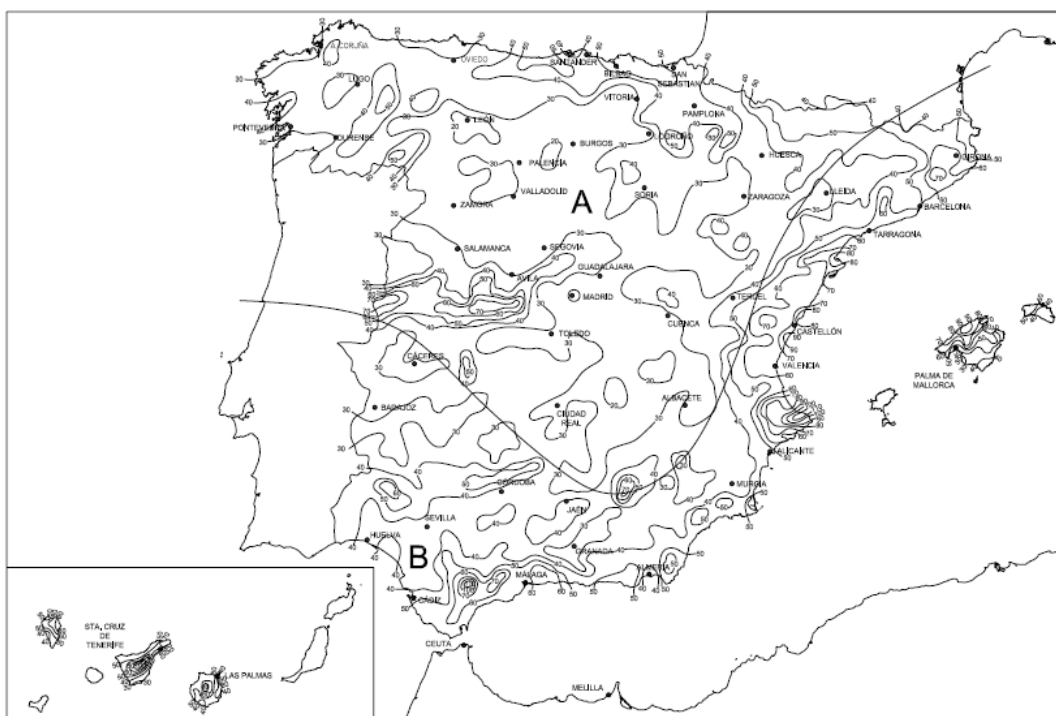


Figura 4.1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.

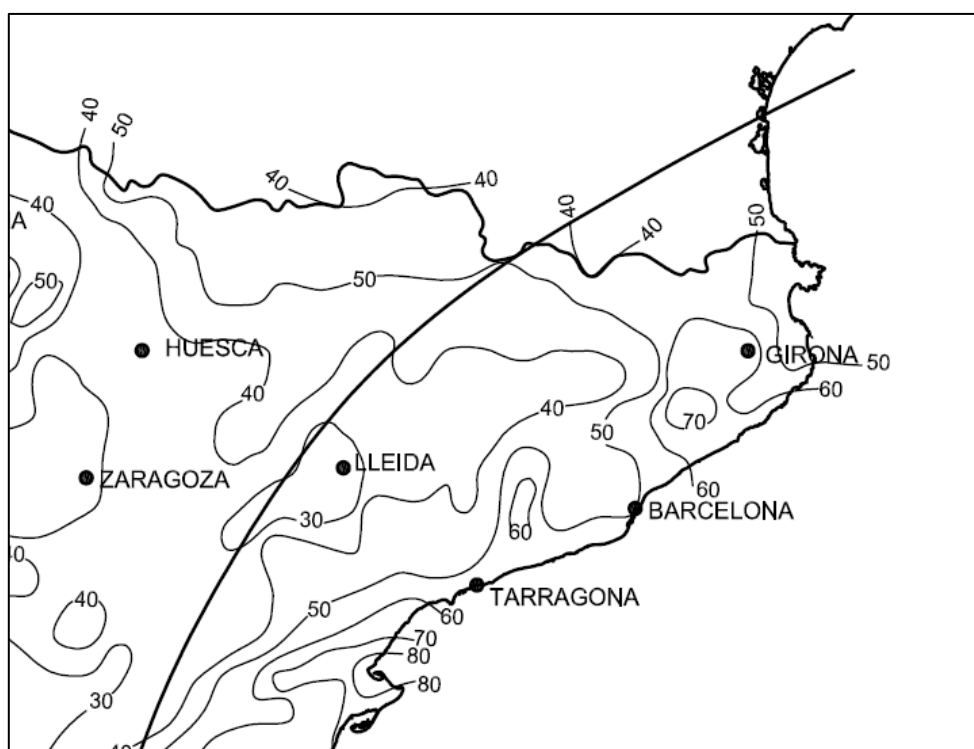


Figura 4.2. Ampliación de isoyetas y zonas pluviométricas.

Podemos observar que la nave objeto del estudio se encuentra situada en la zona B, dentro de la isoyeta 50. La tabla B.1 del apéndice B del Documento de Salubridad nos dice la intensidad pluviométrica para las distintas zonas e isoyetas.

Tabla 4.2. Intensidad pluviométrica (*i*) en mm/h.

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

De esta forma obtenemos que para la zona B e isoyeta 50, tendremos una intensidad pluviométrica de 110 mm/h.

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h, como es nuestro caso, se debe aplicar un factor *f* de corrección a la superficie servida de:

$$f = \frac{i}{100} \quad (4.2)$$

Siendo:

i: intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Con lo que la tabla 4.7 del Documento Básico de Salubridad HS-5 quedará de la siguiente forma:

Tabla 4.3. Diámetro de canal para un régimen pluviométrico de 110 mm/h.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal (mm)
Pendiente del canal				
0,5%	1%	2%	4%	
32	41	59	86	100
55	73	105	150	125
82	114	159	232	150
168	236	336	423	200
305	432	609	845	250

4.5.3. Bajantes

Análogamente al caso de los canales, para intensidades distintas de 100 mm/h, se aplicará el factor f correspondiente, con lo que la tabla 4.8. del Documento Básico HS-5 queda de la siguiente forma:

Tabla 4.4. *Diámetro de los bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 110 mm/h.*

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal (mm)
59	50
103	63
161	75
289	90
527	110
732	125
1.404	160
2.455	200

4.5.4. Colectores

En función de la superficie de recogida de aguas pluviales, la pendiente del colector y en función del régimen pluviométrico, los diámetros de los colectores pluviales serán los siguientes:

Tabla 4.5. *Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 110 mm/h.*

Superficie proyectada (m²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1%	2%	4%	
114	162	230	90
208	294	416	110
282	400	564	125
558	784	1.116	160
973	1.373	1.945	200
1.745	2.464	3.500	250
1.833	4.172	5.909	315

4.6. Cálculo de la instalación de evacuación de aguas residuales

Para el cálculo de la instalación se han tenido en cuenta las especificaciones de diseño recogidas en el apartado 4.1 del Documento Básico de Salubridad, en el cual se utiliza el método basado en las unidades de desagüe (UD).

Este sistema asigna a cada tipo de elemento de evacuación de aguas un número determinado de unidades de descarga de desagüe en función de si se trata de un edificio de uso público o privado.

En nuestro caso hemos considerado que la nave industrial es de tipo privado ya que se trata de una pequeña empresa.

En función del número de unidades de desagüe que deberá soportar cada tramo y en función de la pendiente de los tramos, podremos determinar el diámetro necesario para cada elemento de la instalación.

4.6.1. Derivaciones individuales

La ubicación de cada aparato sanitario individual aparece representada en los planos correspondientes.

La asignación de unidades de desagüe que se ha utilizado para cada elemento individual de evacuación es el siguiente:

Tabla 4.6. *UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios.*

Tipo de aparato sanitario	UD (uso privado)	Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)
Ducha	2	40
Inodoro con cisterna	4	100
Lavamanos	1	32

4.6.2. Ramales colectores

En caso que la derivación recoja los desagües de distintos aparatos de un mismo local húmedo, este diámetro deberá de ser el siguiente en función del número de unidades de descarga al que haya de dar servicio y la pendiente del mismo.

Tabla 4.7. Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1%	2%	4%	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

4.6.3. Bajantes

El funcionamiento de diseño de los bajantes es similar al de los ramales colectores comentados anteriormente, pero en este caso depende de la altura del edificio, en nuestro caso 2 plantas.

Tabla 4.8. Diámetros de los bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:	Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:	Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Hasta 3 plantas	
10	6	50
19	11	63
27	21	75
135	70	90
360	181	110
540	280	125
1.208	1.120	160
2.200	1.680	200

3.800	2.500	250
6.000	4.320	315

4.6.4. Colectores

En función de las unidades de descarga a transportar y su pendiente el diámetro de tubería a colocar será el siguiente.

Tabla 4.9. Diámetros colectores en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1%	2%	4%	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

4.7. Ventilación

En la red de evacuación de aguas se deberá de poner un sistema de ventilación ya que es lo que dicta la normativa para evitar que un cambio de presión pueda hacer circular en sentido contrario al habitual las aguas residuales de nuestra instalación.

Como la nave industrial objeto de nuestro estudio solo dispone de dos plantas solo será necesario disponer una instalación de ventilación primaria que consistirá en:

- Prolongar los bajantes de aguas residuales un mínimo de 1,3 metros por encima de la cubierta del edificio, ya que nuestra cubierta no es transitable.
- La salida de ventilación no debe estar situada a menos de 6 metros de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y tendrá que sobrepasarlo en altura.
- La boca de ventilación tendrá que estar debidamente protegida contra la entrada de cuerpos extraños y su diseño será tal que la acción del viento favorezca la aspiración de los gases.
- Deberá de tener el mismo diámetro que el bajante del cual es prolongación.

4.8. Arquetas

Se colocarán las arquetas de registro a pie de bajante y cada 15 m. Las dimensiones de las arquetas tendrán un tamaño específico según el conducto donde estas se encuentren.

Tabla 4.10. Dimensiones de las arquetas.

Diámetro del colector de salida (mm)	Dimensiones: L x A (cm)
100	40 x 40
150	50 x 50
200	60 x 60
250	60 x 70
300	70 x 70
350	70 x 80
400	80 x 80
450	80 x 90
500	90 x 90

4.9. Sistemas de bombeo

No se prevé ninguna instalación de un grupo de bombeo, ya que nuestra instalación trabaja mediante la gravedad.

4.10. Sistemas de depuración de aguas

Debido a nuestro proceso productivo no es necesaria la implementación de ningún sistema de depuración de aguas residuales.

4.11. Cálculos justificativos

En el correspondiente anexo se adjuntan los cálculos justificativos de la instalación de evacuación de aguas.

CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.

5.1. Objeto

El objeto de este apartado del proyecto es la de diseñar y calcular la instalación de la ventilación necesaria en la nave industrial según la normativa vigente.

Debemos asegurar la salubridad del local que estamos habilitando, esto significa garantizar que el aire que circula en el recinto esta en correctas condiciones para que las personas que trabajen en él, estén libre de riesgos.

5.2. Normas y referencias

5.2.1. Normativa de aplicación

A continuación se especifican las normas aplicadas que se han tenido en cuenta a la hora de redactar este proyecto:

- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación la sección HS3 "Calidad del aire interior" del Documento Básico de Salubridad.
- Real Decreto 1027/2007 del 20 de julio de 2007, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y construcciones técnicas complementarias.
- UNE-EN 13779 "Ventilación de los edificios no residenciales".

5.3. Definiciones y abreviaturas

Abertura de admisión: abertura de ventilación que sirve para la admisión, comunicando el local con el exterior, directamente o a través de un conducto de admisión.

Abertura de extracción: abertura de ventilación que sirve para la extracción, comunicando el local con el exterior, directamente o a través de un conducto de extracción.

Abertura de paso: abertura de ventilación que sirve para permitir el paso de aire de un local a otro contiguo.

Abertura de ventilación: hueco practicado en uno de los elementos constructivos que delimitan un local para permitir la transferencia de aire entre el mismo y otro local contiguo o el espacio exterior.

Admisión: entrada a un local de aire exterior para su ventilación y, en algunos casos, también para la de otros locales.

Apertura fija (de una carpintería): apertura estable que se consigue mediante la propia configuración de la carpintería o mediante un dispositivo especial que mantiene las hojas en una posición que lo permita.

Área efectiva (de una abertura): área de la sección perpendicular a la dirección del movimiento del aire que está libre de obstáculos.

Aspirador mecánico: dispositivo de la ventilación mecánica, colocado en la boca de expulsión que tiene un ventilador para extraer automáticamente el aire de forma continua.

Boca de expulsión: extremo exterior de un conducto de extracción por el que sale el aire viciado, que está dotado de elementos de protección para impedir la entrada de agua y de pájaros.

Boca de toma: extremo exterior de un conducto de admisión por el que entra el aire exterior, que está dotado de elementos de protección para impedir la entrada de agua y de insectos.

Caudal de ventilación: volumen de aire que, en condiciones normales, se aporta a un local por unidad de tiempo.

Conducto de admisión: conducto que sirve para introducir el aire exterior al interior de un local cuando ninguno de los elementos constructivos que lo conforman está en contacto con un espacio exterior apto para que pueda disponerse en él la abertura de entrada del aire de ventilación.

Conducto de extracción: conducto que sirve para sacar el aire viciado al exterior.

Contaminantes (del aire): sustancias que, durante el uso de un local, se incorporan al aire interior y deterioran su calidad en una medida tal que puede producir molestias inaceptables o enfermedades en los ocupantes del local.

Depresión: valor absoluto de la diferencia de presión entre un punto cualquiera del sistema de ventilación y otro con mayor presión que se toma como referencia.

Expulsión: salida al exterior del aire viciado.

Extracción: evacuación hacia el exterior del aire viciado de un local. Este aire puede haberse contaminado en el propio local o en otros comunicados con él.

Extractor: ventilador que sirve para extraer localizadamente los contaminantes.

Filtro: elemento de un sistema de ventilación que sirve para retener la suciedad del aire con el fin de evitar el ensuciamiento de los dispositivos y aparatos por los que éste pasa y la contaminación del aire exterior.

Local: recinto interior. En el caso de que dos locales contiguos estén comunicados por un hueco libre se considerará que forman un solo local cuando el área de dicho hueco sea mayor o igual que $1,5 \text{ m}^2$ y que un veinteavo de la suma de las áreas de ambos locales.

Local habitable: local destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran locales habitables, dentro del ámbito de aplicación de esta sección, los siguientes:

- habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.);
- cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores interiores de viviendas.

qv: caudal de ventilación mínimo exigido de un local, [l/s].

qva: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de admisión de un local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].

qve: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de extracción de un local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].

qvp: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de paso de un local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].

qvt: caudal de aire existente en un tramo de un conducto, [l/s].

Sección nominal (de un conducto): valor teórico aproximado al valor real del área libre de la sección recta de un conducto que se toma como representativo del mismo, [cm^2].

Ventilación mecánica: ventilación en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electro-mecánicos dispuestos al efecto. Puede ser con admisión mecánica, con extracción mecánica o equilibrada.

Ventilación híbrida: ventilación en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural y, cuando son desfavorables, como en la ventilación mecánica.

Ventilación natural: ventilación en la que la renovación del aire se produce exclusivamente por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.

Ventilación: proceso de renovación del aire de los locales para limitar el deterioro de su calidad, desde el punto de vista de su composición, que se realiza mediante entrada de aire exterior y evacuación de aire viciado.

Ventilador: aparato electromecánico dotado de un motor y de un conjunto de aspas o álabes accionados por él que se utiliza para extraer o impulsar el aire.

5.4. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la instalación de ventilación del proyecto, hemos utilizado el programa EasyVent de Soler&Palau en su versión 3.0.

Los resultados obtenidos se detallan el anexo correspondiente.

5.5. Exigencia de calidad térmica del ambiente

5.5.1. Generalidades

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire en la zona ocupada e intensidad de la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos a continuación.

5.5.2. Temperatura operativa y humedad relativa

- Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), según los siguientes casos:
 - Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 20%, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la tabla siguiente:

Estación	Temperatura operativa	Humedad relativa
	° C	%
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Figura 5.1. Condiciones interiores de diseño.

- Al cambiar las condiciones exteriores la temperatura operativa se podrá variar entre los dos valores calculados para las condiciones extremas de diseño. Se podrá admitir una humedad relativa del 35% en las condiciones extremas de invierno durante cortos períodos de tiempo.

5.5.3. Velocidad media del aire

- La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.
- La velocidad podrá resultar mayor, solamente en lugares del espacio que estén fuera de la zona ocupada, dependiendo del sistema de difusión adoptado o del tipo de unidades terminales empleadas.

5.6. Exigencia de calidad del aire interior

5.6.1. Generalidades

En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado siguiente. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

5.6.2. Categorías de calidad del aire interior en función de los edificios

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja).

5.6.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado 5.5.2, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos que se indican a continuación.

- Método indirecto de caudal de aire exterior por persona:

Se emplearán los valores de la figura x.2 cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Figura 5.2. Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona.

Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, el doble de los indicados en la figura x.2.

- Método directo por calidad del aire percibido:

En este método basado en el informe CR 1752 (método olfativo), los valores a emplear son los de la figura x.3.

Categoría	dp
IDA 1	0,8
IDA 2	1,2
IDA 3	2,0
IDA 4	3,0

Figura 5.3. Calidad del aire percibido, en decipols.

- Método directo por concentración de CO₂:

Para locales con elevada actividad metabólica (salas de fiestas, locales para el deporte y actividades físicas, etc.), en los que no está permitido fumar, se podrá emplear el método de la concentración de CO₂, buen indicador de las emisiones de bioefluentes humanos. Los valores se indican en la figura siguiente.

Categoría	ppm (*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200

Figura 5.4. Concentración de CO₂ en los locales.

- Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie:

Para espacios no dedicados a ocupación humana permanente, se aplicarán los valores de la figura x.5.

Categoría	dm ³ /(s·m ²)
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Figura 5.5. Caudales de aire exterior por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana no permanente.

Este método entre los 5 que aconseja el reglamento, es el que utilizaríamos en un principio para realizar nuestros cálculos, pero como veremos más adelante (apartado 5.7.2) al tener una altura tan grande en los diferentes locales, hemos escogido el sistema de renovaciones/hora que nos indica la normativa UNE-EN 13779, que nos permite un volumen más grande de renovaciones.

- Método de dilución:

Cuando en un local existan emisiones conocidas de materiales nocivos específicos, se empleará el método de dilución. Se considerarán válidos a estos efectos, los cálculos realizados como se indica en el apartado 6.4.2.3 de la EN 13779. La concentración obtenida de cada sustancia contaminante, considerando la concentración en el aire de impulsión SUP y las emisiones en los mismos locales, deberá ser menor que el límite fijado por las autoridades sanitarias.

5.6.4. Filtración aire exterior de ventilación

El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.

Los tipos de filtración mínimas a emplear, se elegirán en función de la calidad del aire exterior ODA y de la calidad del aire interior requerida IDA.

La calidad del aire exterior se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA1: aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal.
- ODA2: aire con altas concentraciones de partículas.

- ODA3: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- ODA4: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
- ODA5: aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

Figura 5.6. Clases de filtración.

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.

Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales servidos sean especialmente sensibles a la suciedad, después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.

En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco; la humedad relativa del aire será siempre menor que el 90%.

5.6.5. Aire de extracción

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

- AE 1 (bajo nivel de polución): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.

Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.

- AE 2 (moderado nivel de polución): aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

Están incluidos en este apartado: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, bares, almacenes.

- AE 3 (alto nivel de polución): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

Están incluidos en este apartado: aseos, saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.

- AE 4 (muy alto nivel de polución): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Están incluidos en este apartado: extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³/s por m² de superficie en planta.

Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.

El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia. Además, la expulsión hacia el exterior del aire de estas categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE 1 y AE 2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

5.7. Elección aparatos

5.7.1. Generalidades

Las diferentes zonas donde necesitamos una correcta ventilación para asegurar unas condiciones de confort de las personas que trabajan en ellas son:

- Zona de producción
 - Almacén
 - Sala de descanso
 - Vestuarios
 - Aseo
 - Oficinas
- En la zona de producción y almacenamiento se dispondrá de una ventilación forzada de aire para su renovación. Para determinar su dimensionado se tendrán en cuenta las características de los locales así como las renovaciones/hora.

Las máquinas de la zona producción vienen equipadas cada una de ellas con un sistema de captación localizada con lo cual todos los posibles residuos (en nuestro caso serrín) que se puedan derivar del proceso productivo serán captados y filtrados por este sistema.

- Para la zona de oficinas y despachos tenemos dos tipos de ventilación, una mediante ventilador de tejado (en la zona de despachos), y una segunda ventilación en línea (en la zona de oficinas) ambas se encuentran lo suficientemente bien dimensionadas para realizar las renovaciones necesarias.

Los conductos discurrirán en su totalidad por falso techo de la primera planta.

La admisión de aire se efectuará a través de rejillas en la pared cogiendo el aire del exterior, y la extracción se realizará mediante rejillas en falso techo, colocadas de forma estratégica para que el aire impulsado haga un barrido y consiguiente renovación de aire en toda la sala, pasillo o despacho.

- Para la extracción de aire de los aseos se instalará un extractor de baño. El extractor se colocará en el techo del mismo e irá conectado a la luz, de forma que al encenderse ésta, el ventilador empezará a ejercer su función. La canalización será circular de diámetro constante hasta el exterior.
- Para la cabina de pintura se ha optado por la solución de instalar una cabina de pintura prefabricada, la cual ya dispone de un sistema propio de ventiladores de extracción.
- Para las demás zonas utilizaremos extractores en línea, hemos elegido este tipo de ventilación ya que dispone de un fácil montaje, un mantenimiento simple y un bajo coste.

5.7.2. Caudal a renovar

Para poder determinar cuál será el caudal óptimo de extracción de aire en la nave, tendremos que calcular el volumen del recinto así como un factor de renovación del aire.

Estas renovaciones del aire por hora vienen tabuladas dependiendo de la actividad según RITE y en la normativa UNE-EN 13779:2005.

Para calcular el caudal necesario de aire de ventilación aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Q = \text{renovaciones aire / hora} \cdot \text{Volumen} \quad (5.1)$$

	Local	Superficie (S) m ²	Altura local (h) m	Volumen total=S·h m ³	Renovaciones/hora	Caudal a renovar del local (m ³ /h)
Planta baja	Gerencia	8,70	3	26	6	157
	Sala descanso	22,46	3	67	6	404
	Vestuario1	12,10	3	36	10	363
	Vestuario2	12,10	3	36	10	363
	Zona fabricación	591,97	9	5328	8	42622
	Almacen	205,66	9	1851	8	14808
Planta primera	Oficina	41,60	2,5	104	6	624
	Despacho1	13,94	2,5	35	6	209
	Despacho2	13,94	2,5	35	6	209
	Despacho3	20,48	2,5	51	6	307
	Lavabo	6,59	2,5	16	13	214

Figura 5.7. Tabla de cálculo de aire necesario de ventilación.

Con estos valores de caudal a renovar de los locales pasaremos a la elección del aparato o aparatos adecuados para cada caso.

5.8 Cálculos justificativos

En el anexo se adjuntan los cálculos justificativos, las soluciones adoptadas mediante el programa de cálculo Easyvent y los planos correspondientes de los circuitos de ventilación.

CAPÍTULO 6:

INSTALACIÓN CONTRA

INCENDIOS.

6.1. Objeto

El objeto de esta parte del proyecto es la evaluación del riesgo de incendio de nuestra instalación.

Se deben satisfacer unas condiciones que se deben cumplir en caso de incendio para su seguridad, limitar la propagación del mismo y posibilitar su extinción con el único fin de reducir al máximo las pérdidas, tanto materiales como personales, que el incendio pueda provocar.

En este apartado se definirán las aplicaciones, usos y características de los diferentes aparatos e instrumentos adoptados, tanto para la prevención como para la extinción de incendios tanto en las oficinas como en las diferentes zonas de trabajo.

6.2. Normas y referencias

6.2.1. Normativa aplicada

El proyecto de la instalación contra incendios deberá cumplir las siguientes reglamentaciones:

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

- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Seguridad en caso de incendio.
- UNE 23.007 "Sistemas de detección y de alarma de incendios".
- UNE 23.110 "Lucha contra incendios. Extintores portátiles de incendios".

6.2.2. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos del proyecto de instalación contra incendios se han utilizado hojas de cálculo del tipo Excel.

6.3. Definiciones y abreviaturas

Altura de evacuación: máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda. A efectos de determinar la altura de evacuación de edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan zonas de ocupación nula.

Carga de fuego: suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1.991-1-2:2004).

Densidad de carga de fuego: carga de fuego por unidad de superficie construida, o por unidad de superficie de toda la envolvente, incluidas sus aberturas. (UNE-EN 1.991-1-2:2004)

Espacio exterior seguro: es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio, debido a que cumple las siguientes condiciones:

1. Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.
2. Se puede considerar que dicha condición se cumple cuando el espacio exterior tiene, delante de cada salida de edificio que comunique con él, una superficie de al menos $0,5 \cdot P \text{ m}^2$ dentro de la zona delimitada con un radio $0,1 \cdot P \text{ m}$ de distancia desde la salida del edificio, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha salida. Cuando P no exceda de 50 personas no es necesario comprobar dicha condición.
3. Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio, excepto cuando esté dividido en sectores de incendio estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al espacio exterior, en cuyo caso dicha distancia se podrá aplicar únicamente respecto al sector afectado por un posible incendio.
4. Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.
5. Permite el acceso de los efectivos de los bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

6. La cubierta de un edificio se puede considerar como espacio exterior seguro siempre que, además de cumplir las condiciones anteriores, su estructura sea totalmente independiente de la del edificio de salida a dicho espacio y un incendio no pueda afectar simultáneamente a ambos.

Fuego de cálculo: desarrollo de fuego específico adoptado a efectos de cálculo. (UNE-EN 1991 1-1-2:2004)

Fuego totalmente desarrollado: estado en el que todas las superficies combustibles existentes en un determinado espacio participan en el fuego. (UNE-EN 1991 1-1-2:2004)

Fuego localizado: fuego que sólo afecta a una zona limitada de la carga de fuego del sector de incendio. (UNE-EN 1991 1-1-2:2004)

Origen de evacuación: es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando el interior de las viviendas, así como de todo aquel recinto, o de varios comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de los locales de riesgo especial y de las zonas de ocupación nula se consideran origen de evacuación y deben cumplir los límites que se establezcan para la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las salidas de planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio o el número de ocupantes.

Pasillo protegido: pasillo que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a todo pasillo, unas condiciones de seguridad equivalentes a las de una escalera protegida.

Si su ventilación es mediante ventanas o huecos, su superficie de ventilación debe ser como mínimo $0,2 \cdot L$ m², siendo L la longitud del pasillo en m.

Si la ventilación se lleva a cabo mediante conductos de entrada y de salida de aire, éstos cumplirán las mismas condiciones indicadas para los conductos de las escaleras protegidas. Las rejillas de entrada de aire deben estar situadas en un paramento del pasillo, a una altura menor que 1 m y las de salida en el otro paramento, a una altura mayor que 1,80 m y separadas de las anteriores 10 m como máximo.

El pasillo debe tener un trazado continuo que permita circular por él hasta una escalera protegida o especialmente protegida, hasta un sector de riesgo mínimo o bien hasta un punto situado a 15 m de una salida del edificio, como máximo.

Reacción al fuego: respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión.

Recorrido de evacuación: recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación.

La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos. No se consideran válidos los recorridos por escaleras mecánicas, ni aquellos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso. Los recorridos por rampas y pasillos móviles se consideran válidos cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada que pueda activarse bien manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

Los recorridos que tengan su origen en zonas habitables no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2. En cambio, sí pueden atravesar aparcamientos, cuando se trate de los recorridos adicionales de evacuación que precisen dichas zonas y en ningún caso de los recorridos principales.

En uso Aparcamiento los recorridos de evacuación deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos, conforme se establece en el Apartado 3 del DB-SU 7.

En establecimientos de uso Comercial cuya superficie construida exceda de 400 m², los recorridos de evacuación deben transcurrir, excepto en sus diez primeros metros, por pasillos definidos en proyecto, delimitados por elementos fijos o bien señalizados en el suelo de forma clara y permanente y cuyos tramos comprendidos entre otros pasillos transversales no excedan de 20 m.

En establecimientos comerciales en los que esté provisto el uso de carros para transporte de productos, los puntos de paso a través de cajas de cobro no pueden considerarse como elementos de la evacuación. En dichos casos se dispondrán salidas intercaladas en la batería de cajas, dimensionadas según se establece en el apartado 4.2 de la Sección SI 3 y separadas de tal forma que no existan más de diez cajas entre dos salidas consecutivas. Cuando la batería cuente con menos de diez cajas, se dispondrán dos salidas, como mínimo, situadas en los extremos de la misma. Cuando cuente con menos de cinco cajas, se dispondrá una salida situada en un extremo de la batería.

En los establecimientos en los que no esté previsto el uso de carros, los puntos de paso a través de las cajas podrán considerarse como elementos de evacuación, siempre que su anchura libre sea 0,70 m, como mínimo, y que en uno de los extremos de la batería de cajas se disponga un paso de 1,20 m de anchura como mínimo.

Resistencia al fuego: capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo o determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente.

Salida de edificio: puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de establecimientos situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativos que no excedan de 50 m hasta los dos espacios exteriores seguros.

Salida de emergencia: salida de planta o de edificio prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello.

Sector de incendio: espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio.

Sistema de alarma de incendios: sistema que permite emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio (UNE 23.007-1:1996, EN 54-1:1996).

Sistema de detección de incendios: sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas (UNE 23.007-1:1996, EN 54-1:1996).

Uso Administrativo: edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.

También se consideran de este uso los establecimientos destinados a otras actividades, cuando sus características constructivas y funcionales, el riesgo derivado de la actividad y las características de los ocupantes se puedan asimilar a este uso mejor que a cualquier otro.

Ventilación forzada: extracción de humos mediante el uso de ventiladores mecánicos.

Ventilación natural: extracción de humos basada en la fuerza ascensional de éstos debida a la diferencia de densidades entre masas de aire a diferentes temperaturas.

Zona de ocupación nula: zona en la que la presencia de personas sea ocasional o bien a efectos de mantenimiento, tales como salas de máquinas y cuartos de instalaciones, locales para material de limpieza, determinados almacenes y archivos, aseos de planta, trasteros de vivienda, etc.

Los puntos de dichas zonas deben cumplir los límites que se establecen para los recorridos de evacuación hasta las salidas de las mismas (cuando además se trate de zonas de riesgo especial) o de la planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio el número de ocupantes.

6.4. Sectorización

Para un mejor estudio del proyecto de la instalación contra incendio, se ha optado por sectorizar la nave en diferentes zonas, debido a que en cada una de ellas se llevan procesos diferentes de trabajo.

Los diferentes sectores en los que dividiremos la nave, serán los siguientes:

Tabla 6.1. Zonas que componen los sectores.

SECTOR 1		
Zonas		Área (m²)
Zona de producción		591,97
Vestíbulo Planta baja		11,47
Gerencia		8,70
Zona de descanso		22,46
Vestuarios		24,20
Pasillo		5,94
TOTAL:		664,67

SECTOR 2		
Zonas		Área (m²)
Almacén producto acabado		205,66
TOTAL:		205,66

SECTOR 3		
Zonas		Área (m²)
Cabina pintura		30,36
TOTAL:		30,36

SECTOR 4		
Zonas		Área (m²)
Vestíbulo Primera planta		8,70
Lavabo		6,59
Oficina		41,60
Despachos		48,31

	TOTAL:	105,20
--	---------------	--------

6.5. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (RSCIEI)

Este reglamento tiene por objeto, conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

6.5.1. *Ámbito de aplicación*

El ámbito de aplicación del RSCIEI son:

- Establecimientos industriales: las industrias tal y como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, del 16 de julio, de Industria.
- Los almacenamientos industriales.
- Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades anteriores.

En nuestro proyecto nos encontramos con que la distribución de la nave nos permite crear varios sectores de incendio, uno para las oficinas, otro para la zona de la producción, otro para la cabina de pintura y otra para la zona de almacenaje.

La normativa a seguir tanto en la zona de producción, en la cabina de pintura y en el almacén será el RSCIEI, mientras que la normativa a utilizar en el caso de las oficinas será el CTE en aquellos aspectos referidos al uso administrativo.

6.5.2. *Características de los establecimientos industriales*

Establecimientos industriales ubicados en un edificio según RSCIEI:

- TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.
- TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.

- TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá

estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Para el proyecto de instalación contra incendios de nuestra nave industrial, hemos considerado que el tipo de establecimiento industrial que más se adecua es el del tipo B.

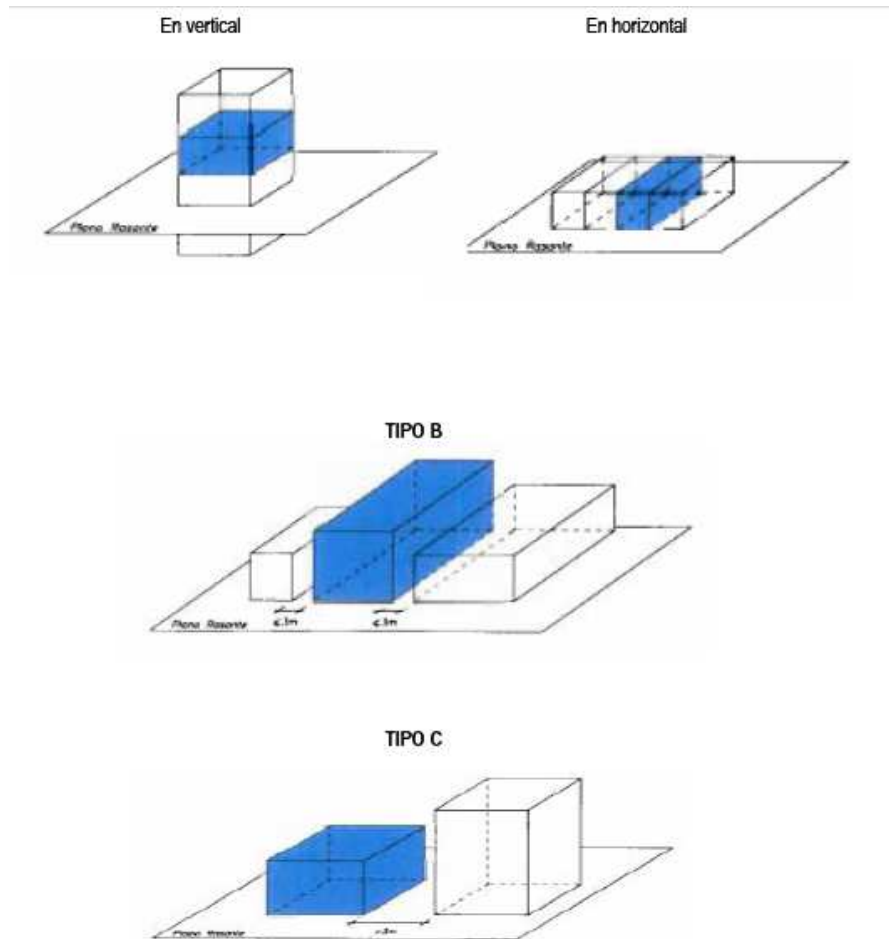


Figura 6.1. Tipos de establecimientos industriales.

6.5.3. Tipo de combustible

Según el tipo de combustible que podemos encontrar en la nave (mayoritariamente madera), podemos definir el fuego como de clase A: *fuegos denominados secos, relativos a materiales sólidos cuya combustión produce llama y/o brasas.*

Este dato nos será útil a la hora del diseño de los sistemas contra incendio necesarios a instalar.

6.6. Sistemas de protección contra incendios: Sector 1

6.6.1. Riesgo intrínseco de un sector de incendio

El primer paso para el dimensionamiento de la instalación de protección contra incendios en sector 1, es el cálculo del riesgo intrínseco de dicha zona.

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} R_a \quad (6.1)$$

Donde:

- [Qs]= densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, en Mcal/m² o MJ/m².
- [qi]= densidad de carga de fuego media, en Mcal/m² o MJ/m².
- [Si]= superficie de cada zona con qs diferente, en m².
- [C]= coeficiente de peligrosidad por combustibilidad.
- [Ra]= riesgo de activación.
- [A]= superficie construida del sector de incendio, en m².

Cabe decir que a esta expresión como recomendación, le añadiremos un factor de seguridad de 1,5 adicional.

Según la tabla 1.2 del Anexo I del RSCIEI los valores de densidad de carga de fuego media para nuestro proceso industrial es el siguiente:

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Lúpulo				1.700	409	2,0
Madera en troncos				6.300	1.514	1,5
Madera, artículos de, barnizado	500	120	1,5			
Madera, artículos de, carpintería	700	168	1,5			
Madera, artículos ebanistería	700	168	1,5			
Madera, artículos de, expedición	600	144	1,5			
Madera, artículos de, impregnación	3.000	721	2,0			
Madera, artículos de, marquetería	500	120	1,5			
Madera, artículos de, pulimentado	200	48	1,0			
Madera, artículos de, secado	800	192	1,5			

Figura 6.2. Densidad de carga de fuego media para diferentes actividades.

Para nuestro sector de incendios, escogeremos la actividad: *Madera, artículos de, carpintería* en el apartado Fabricación y venta, donde:

- $q_s = 700 \text{ MJ/m}^2$ o 168 Mcal/m^2
- $Ra = 1,5$

El coeficiente de peligrosidad por combustibilidad (C), lo consideraremos $C=1$.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Figura 6.3. Grado de peligrosidad de los combustibles.

En este caso como sólo consideramos un sector de incendio, las superficies S y A serán las mismas. La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida será:

$$Q_s = (168 \cdot 1,5)1,5 = 378 \text{Mcal} / m^2 \quad (6.2)$$

Con este valor obtenido buscamos, mediante la tabla 1.3 del RSCIEI, el nivel de riesgo intrínseco del sector.

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

Figura 6.4. Nivel de riesgo intrínseco.

Para una carga de fuego de 378 Mcal/m², obtenemos para la zona de producción un nivel de riesgo intrínseco MEDIO 4.

6.6.2. Sectorización

Una vez conocemos que tipo de nivel se le aplica a la zona de producción, deberemos confirmar que la superficie del sector considerado es admisible para nuestro tipo de establecimiento.

En la tabla 2.1 del RSCIEI, podremos conocer cuál es el máximo sector permitido dado el riesgo intrínseco y el tipo de local.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

Figura 6.5. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.

En nuestro caso el sector 1 tiene una superficie de 664,74 m² al ser inferior a los 3000 m² que nos indica la tabla, no será necesaria la sectorización de la misma.

6.6.3. Materiales

Las exigencias del comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13.501-1 y UNE 23.727:1990.

- M0: No combustible.
- M1: Combustible pero no inflamable.
- M2: Grado inflamabilidad moderado.
- M3: Grado inflamabilidad medio.
- M4: Grado inflamabilidad alto.

Los pavimentos, los cierres y los revestimientos interiores y exteriores serán de clase M2, o más favorable.

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1. del Reglamento, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase M1 o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

6.6.4. Estabilidad al fuego

6.6.4.1. Elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica.

Según la tabla 2.2 y 2.3 del reglamento, conociendo el tipo de edificio y el nivel de riesgo intrínseco obtenemos la estabilidad al fuego de los elementos estructurales y las cubiertas ligeras que componen nuestra instalación

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Figura 6.6. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Figura 6.7. Estabilidad al fuego de cubiertas ligeras.

Para nuestro caso, nave del tipo B y riesgo medio:

- Para elementos constructivos portantes tenemos una estabilidad de R90 (EF-90).
- Para la cubierta ligera tenemos una estabilidad de R30 (EF-30).

6.6.4.2. Elementos constructivos de cerramiento

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad exigida en el apartado anterior, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será como mínimo:

	Sin función portante	Con función portante
Riesgo bajo	EI 120	REI 120 (RF-120)
Riesgo medio	EI 180	REI 180 (RF-180)
Riesgo alto	EI 240	REI 240 (RF-240)

Figura 6.8. Estabilidad al fuego de medianerías.

En nuestra nave, nosotros deberemos disponer de una estabilidad de EI 180.

6.6.4.3. Elementos de paso

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, o bien a la cuarta parte de aquella cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo.

6.6.5. Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de la siguiente expresión:

cuando $p < 100$ (tenemos una estimación de $p=5$ trabajadores en el sector).

$$P = 1,10 \cdot p = 1,10 \cdot 5 = 5,5 = 6 \quad (6.3)$$

6.6.5.1. Salidas evacuación

La normativa exige para 1 salida única, con un nivel intrínseco medio, una longitud de recorrido de evacuación de 35 m. (ya que la ocupación es inferior a 25 personas).

Como se puede ver en los planos, para el sector 1, se dispone de una puerta de salida en la zona de producción en la parte este de la nave.

Además también se dispone de una puerta de entrada de material con unas dimensiones de 4 x 4,5 m.

6.6.5.2. Puertas y pasos

Anchura puertas $\geq P / 200 \geq 0,80$ m

Siendo P, el número de personas que trabajan en la zona de producción en nuestro caso 6. Por lo que al aplicar la fórmula obtenemos una puerta de anchura mínima de 0,80 m. La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.

6.6.5.3. Pasillos y rampas

Anchura pasillos $\geq P/200 \geq 1,00$ m

Aplicando la fórmula obtenemos que los pasillos deben de disponer de una anchura mínima de 1 m. En nuestro caso, el pasillo de acceso a los vestuarios tiene una anchura de 1 m.

6.6.5.4. Señalización medios de evacuación

Se deberá realizar según indica el apartado 7 del CTE DB-SI 3, se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia según la norma UNE 23.034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- La señal con rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se percibe directamente las salidas o sus señales indicativas.
- El tamaño de las señales será el siguiente:
 - o 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - o 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

La distribución de las señales así como sus tamaños está indicado en el anexo correspondiente a la instalación de contra incendios del sector de oficinas.

6.6.5.5. Iluminación de emergencia

Se deberá cumplir con lo dispuesto en la Sección SU 4, *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*, del Documento Básico del CTE.

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia, que en caso de fallo del alumbrado normal, descenso de la tensión por debajo del 70% de su valor nominal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de la señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Contarán con alumbrado de emergencia las siguientes zonas:

- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.
- Las señales de seguridad
- Los itinerarios accesibles.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada, las luminarias cumplirán lo siguiente:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida, y en escaleras, de modo que cada tramo de escalera reciba iluminación directa.

La instalación cumplirá las siguientes condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, a partir del instante que se produzca el fallo:

- En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminación horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía.
- En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación horizontal será de 5 lux como mínimo.

Tanto la ubicación de las luces de emergencia, como el tipo de luminarias utilizadas aparecen en el correspondiente apartado del anexo.

6.6.6. Aproximación y entorno

Para la correcta intervención de los bomberos en caso de un incendio, se deben cumplir los siguientes requisitos en los viales de aproximación de la nave:

- Anchura mínima libre: 3,5 m
- Altura mínima libre o gálibo: 4,5 m
- Capacidad portante del vial: 20 kN/m²

Además no hay zonas forestales cercanas, y se cumplen las condiciones de tener accesos a la planta para los servicios de extinción superiores a 0,8 m en horizontal y 1,2 m en vertical.

Las dos calles a las que tenemos acceso directamente a la nave, cumplen con los requisitos mínimos del vial de aproximación.

6.6.7. Ventilación y eliminación de humos

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio y tiene una superficie construida inferior a 2000 m², no será necesaria la instalación de un sistema de evacuación de humos.

6.6.8. Sistemas automáticos de detección de incendio

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 2000 m², no será necesaria la instalación de un sistema automático de detección de incendio.

6.6.9. Sistemas manuales de alarma de incendio

Dado que nuestro sector de incendio no requiere de la instalación de un sistema automático de detección, será de obligatorio cumplimiento un sistema manual de alarma de incendio.

Se instalarán pulsadores de alarma de incendio con las siguientes características:

- La distancia máxima desde cualquier punto del sector al pulsador será de 25 m.
- Se instalará un pulsador en cada salida de emergencia del sector.
- Deberán estar convenientemente protegidos para evitar falsas alarmas.

El sistema manual de alarma estará conectado en todo momento a una sirena de emergencia.

La ubicación de los pulsadores y sirenas y sus características vendrán reflejadas en los anexos correspondientes.

6.6.10. Hidrantes exteriores

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio y tiene una superficie construida inferior a 2500 m², no será necesaria la instalación de un sistema de hidrantes exteriores.

6.6.11. Extintores de incendio

Para un riesgo intrínseco medio y un tipo de combustible de clase A, la dotación portátil de extintores deberá tener una eficacia mínima de 21A - 113B y deberán cubrir un área máxima de 400 m², con un extintor más por cada 200 m² en exceso.

La distribución de este sistema de protección será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 m.

Los extintores irán instalados en la pared, serán visibles y adecuadamente señalizados. Los extintores se situarán a una altura máxima de 1,70 m respecto al suelo de la planta.

Tanto el número de extintores, como el modelo como su colocación vendrán reflejados en el correspondiente anexo.

6.6.12. Bocas de incendio equipadas (BIE's)

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida superior a 500 m², será necesaria la instalación de una instalación de bocas de incendio.

El tipo de BIE a instalar será DN 45 mm con una simultaneidad de 2 y un tiempo de autonomía de 60 min.

La presión en la boquilla no será inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, y si fuese necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

La separación máxima entre dos BIE's será de 50 m y la distancia desde cualquier punto del sector protegido hasta la BIE más próxima no deberá ser superior a 25 m.

Las BIE's se instalarán sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

En el anexo correspondiente, incluiremos tanto el número de BIE's a instalar, como su disposición así como los cálculos hidráulicos justificativos.

6.6.13. Sistemas de rociadores automáticos de agua

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 2500 m², no será necesaria la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua.

6.7. Sistemas de protección contra incendios: Sector 2

Para el dimensionado de los sistemas de protección contra incendios en el sector 2, procederemos del mismo modo que en el apartado anterior.

6.7.1. Riesgo intrínseco de un sector de incendio

Para la obtención del riesgo intrínseco del sector, al tratarse de una actividad de almacenamiento debemos aplicar la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i \cdot h_i}{A} R_a \quad (6.4)$$

Igual que la ecuación 8.1, pero con la salvedad que debemos tener en cuenta la altura del local (h_i).

De la tabla 1.2 del Anexo I del RSCIEI, extraeremos los siguientes datos:

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
artículos de						
Materias sintéticas, estampado	400	96	1,0			
Materias sintéticas, expedición	1.000	240	2,0			
Materias sintéticas, soldadura de piezas	700	168	1,5			
Mecánica de precisión, taller	200	48	1,0			
Médica, consulta	200	48	1,0			
Medicamentos, embalaje	300	72	1,0	800	192	1,5
Medicamentos, venta	800	192	1,5		0	
Melaza				5.000	1.202	2,0
Mercería, venta	700	168	1,5	1.400	337	2,0
Mermelada	800	192	1,5			
Metales preciosos	200	48	1,0			
Metales, manufacturas en general	200	48	1,0			
Metálicas, grandes construcciones	80	19	1,0			
Minerales	40	10	1,0			
Mostaza	400	96	1,0			
Motocicletas	300	72	1,0			
Motores eléctricos	300	72	1,0			
Muebles de acero	300	72	1,0			
Muebles de madera	500	120	1,5	800	192	1,5
Muebles de madera, barnizado	500	120	1,5			

Figura 6.9. Densidad de carga de fuego media para diferentes actividades.

Para nuestro sector de incendios, escogeremos la actividad: *Muebles de madera* dentro del apartado de almacenamiento, sus características son las siguientes:

- $q_s = 800 \text{ MJ/m}^3$ o 192 Mcal/m^3
- $Ra = 1,5$

El coeficiente de peligrosidad por combustibilidad (C), lo consideraremos $C=1$.

En este caso como sólo consideramos un sector de incendio, las superficies S y A serán las mismas, y la altura del local es de 9 m pero como la altura del material a almacenar no superará los 6 m escogeremos esta como altura en la formula. La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida será:

$$Q_s = (192 \cdot 1,5 \cdot 6) \cdot 1,5 = 2592 \text{ Mcal} / \text{m}^2 \quad (6.5)$$

Con este valor obtenido buscamos, mediante la tabla 1.3 del RSCIEI, el nivel de riesgo intrínseco del sector.

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

Figura 6.10. Grado de peligrosidad de los combustibles.

Para una carga de fuego de 2592 Mcal/m², obtenemos para el sector 2 un nivel de riesgo intrínseco ALTO 7.

6.7.2. Sectorización

Una vez conocemos que tipo de nivel se le aplica a la zona de producción, deberemos confirmar que la superficie del sector considerado es admisible para nuestro tipo de establecimiento.

En la tabla 2.1 del RSCIEI, podremos conocer cuál es el máximo sector permitido dado el riesgo intrínseco y el tipo de local.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Figura 6.11. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.

En nuestro caso el sector 2 tiene una superficie de 205,66 m² al ser inferior a los 1500 m² que nos indica la tabla, no será necesaria la sectorización de la misma.

6.7.3. Materiales

Se aplicarán los mismos requerimientos que en el apartado 8.x.3 del apartado anterior.

6.7.4. Estabilidad al fuego

6.7.4.1. Elementos constructivos portantes

Según la tabla 2.2 y 2.3 del reglamento vistas en el apartado 6.6.4., obtenemos que para nuestra configuración, nave del tipo B y riesgo alto:

- Para elementos constructivos portantes tenemos una estabilidad de R120 (EF-120).
- Para la cubierta ligera tenemos una estabilidad de R60 (EF-60).

6.7.4.2. Elementos constructivos de cerramiento

Aplicando el mismo criterio que el apartado 6.6.4.2. tenemos que en nuestro sector, nosotros deberemos disponer de una estabilidad de EI 240.

6.7.4.3. Elementos de paso

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.4.3.

6.7.5. *Evacuación de los establecimientos industriales*

6.7.5.1. Salidas evacuación

La normativa exige 2 salidas alternativas, con un nivel intrínseco alto con una longitud de recorrido de evacuación de 25m.

Como se puede ver en los planos, para el sector 2, se dispone de dos puertas de salida en la zona de almacenaje.

Además también se dispone como posible vía de escape, la puerta de salida del producto acabado con unas dimensiones de 4,5 x 5 m.

6.7.5.2. Señalización medios de evacuación

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.4.

6.7.5.3. Iluminación de emergencia

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.5.

6.7.6. *Aproximación y entorno*

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.6.

6.7.7. *Ventilación y eliminación de humos*

Dado que nuestro sector de incendio de almacenamiento es de riesgo intrínseco alto y tiene una superficie construida inferior a 800 m², no será necesaria la instalación de un sistema de evacuación de humos.

6.7.8. *Almacenamiento*

Los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas manualmente deben cumplir los requisitos siguientes:

- En caso de disponer de sistema de rociadores automáticos, respetar las holguras para el buen funcionamiento del sistema de extinción.
- Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.
- Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que 1 m.
- Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m para almacenaje manual y 20 m para almacenaje mecanizado, longitudes que podrán duplicarse si la ocupación del almacén es inferior a 25 personas.

6.7.9. Sistemas automáticos de detección de incendio

Dado que nuestro sector de incendio de almacenamiento es de riesgo intrínseco alto situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 500 m², no será necesaria la instalación de un sistema automático de detección de incendio.

6.7.10. Sistemas manuales de alarma de incendio

Dado que nuestro sector de incendio no requiere de la instalación de un sistema automático de detección, será de obligatorio cumplimiento un sistema manual de alarma de incendio.

Se instalarán pulsadores de alarma de incendio con las siguientes características:

- La distancia máxima desde cualquier punto del sector al pulsador será de 25 m.
- Se instalará un pulsador en cada salida de emergencia del sector.
- Deberán estar convenientemente protegidos para evitar falsas alarmas.

El sistema manual de alarma estará conectado en todo momento a una sirena de emergencia.

La ubicación de los pulsadores y sirenas y sus características vendrán reflejadas en los anexos correspondientes.

6.7.11. Hidrantes exteriores

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco alto, será obligatoria la instalación de un sistema de hidrantes exteriores, el cual debe cumplir:

- La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
- Al menos uno de los hidrantes deberá tener una salida de 100 mm.
- La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco m.
- Deberá dar un caudal de 1000 l/min con una autonomía mínima de 90 min. Este caudal será suministrado mediante una red de agua, separada de la de consumo humano, suministrada por la compañía.

6.7.12. Extintores de incendio

Para un riesgo intrínseco medio y un tipo de combustible de clase A, la dotación portátil de extintores deberá tener una eficacia mínima de 34A - 113B y deberán cubrir un área máxima de 300 m², con un extintor más por cada 200 m² en exceso.

La distribución de este sistema de protección será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 m.

Los extintores irán instalados en la pared, serán visibles y adecuadamente señalizados. Los extintores se situarán a una altura máxima de 1,70 m respecto al suelo de la planta.

Tanto el número de extintores, como el modelo como su colocación vendrán reflejados en el correspondiente anexo.

6.7.13. Bocas de incendio equipadas (BIE's)

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco alto situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida superior a 200 m², será necesaria la instalación de un sistema de bocas de incendio.

El tipo de BIE a instalar será DN 45 mm con una simultaneidad de 3 y un tiempo de autonomía de 90 min.

La presión en la boquilla no será inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, y si fuese necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

La separación máxima entre dos BIE's será de 50 m y la distancia desde cualquier punto del sector protegido hasta la BIE más próxima no deberá ser superior a 25 m.

Las BIE's se instalarán sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

En el anexo correspondiente, incluiremos tanto el número de BIE's a instalar, como su disposición así como los cálculos hidráulicos justificativos.

6.7.14. Sistemas de rociadores automáticos de agua

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 1000 m², no será necesaria la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua.

6.8. Sistemas de protección contra incendios: Sector 3

6.8.1. Riesgo intrínseco de un sector de incendio

Para el dimensionado de esta área de incendio utilizaremos el volumen de material utilizado para llevar a cabo el proceso de pintura, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_s = \frac{\sum q_i \cdot G_i \cdot C_i}{A} R_a \quad (6.6)$$

Donde:

[Gi]= masa, en kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector o área de incendio.

[qi]= poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

Para nuestro sector de incendios escogeremos los siguientes valores:

- $q_i = 100 \text{ MJ/kg}$
- Para un tanque de 90 litros, obtenemos una masa de $G = 99,27 \text{ kg}$
- $C_i = 1,30$
- $R_a = 2$

La carga de fuego, ponderada y corregida del sector 3 es la siguiente:

$$Q_s = \frac{100 \cdot 99,27 \cdot 1,30}{30,36} \cdot 2,1,5 = 1274,82 \text{ MJ} / \text{m}^2 \quad (6.7)$$

Para una carga de fuego de $1274,82 \text{ MJ/m}^2$, obtenemos para la cabina de pintura un nivel de riesgo intrínseco MEDIO 3.

6.8.2. Sectorización

En nuestro caso el sector 3 tiene una superficie de $30,36 \text{ m}^2$, al ser inferior a los 3500 m^2 que nos indica la tabla 2.1. del reglamento, no será necesaria la sectorización de la misma.

6.8.3. Materiales

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.3.

6.8.4. Estabilidad al fuego

6.8.4.1. Elementos constructivos portantes

Según la tabla 2.2 y 2.3 del reglamento vistas en el apartado 6.6.4., obtenemos que para nuestra configuración, nave del tipo B y riesgo medio:

Para nuestro caso, nave del tipo B y riesgo medio:

- Para elementos constructivos portantes tenemos una estabilidad de R90 (EF-90).
- Para la cubierta ligera tenemos una estabilidad de R30 (EF-30).

6.8.4.2. Elementos constructivos de cerramiento

Aplicando el mismo criterio que el apartado 6.6.4.2. tenemos que en nuestro sector, nosotros deberemos disponer de una estabilidad de EI 180.

6.8.4.3. Elementos de paso

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.4.3.

6.8.5. Evacuación de los establecimientos industriales

6.8.5.1. Salidas evacuación

La normativa exige para 1 salida única, con un nivel intrínseco medio, una longitud de recorrido de evacuación de 35 m. (ya que la ocupación es inferior a 25 personas).

Como se puede ver en los planos, para el sector 3, se dispone de una puerta de salida en la cabina de pintura que da acceso al aparcamiento.

6.8.5.2. Puertas y pasos

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.2.

6.8.5.3. Pasillos y rampas

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.3.

6.8.5.4. Señalización medios de evacuación

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.4.

6.8.5.5. Iluminación de emergencia

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.5.5.

6.8.6. Aproximación y entorno

Se aplican los mismos criterios que en el apartado 6.6.6.

6.8.7. Ventilación y eliminación de humos

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio y tiene una superficie construida inferior a 2000 m², no será necesaria la instalación de un sistema de evacuación de humos.

6.8.8. Sistemas automáticos de detección de incendio

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 2000 m², no será necesaria la instalación de un sistema automático de detección de incendio.

6.8.9. Sistemas manuales de alarma de incendio

Dado que nuestro sector de incendio no requiere de la instalación de un sistema automático de detección, será de obligatorio cumplimiento un sistema manual de alarma de incendio.

Se instalaran pulsadores de alarma de incendio con las siguientes características:

- La distancia máxima desde cualquier punto del sector al pulsador será de 25 m.
- Se instalará un pulsador en cada salida de emergencia del sector.

- Deberán estar convenientemente protegidos para evitar falsas alarmas.

El sistema manual de alarma estará conectado en todo momento a una sirena de emergencia.

La ubicación de los pulsadores y sirenas y sus características vendrán reflejadas en los anexos correspondientes.

6.8.10. Hidrantes exteriores

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio y tiene una superficie construida inferior a 2500 m², no será necesaria la instalación de un sistema de hidrantes exteriores.

6.8.11. Extintores de incendio

Para un riesgo intrínseco medio, un tipo de combustible de clase B, ya que en esta zona trabajamos con pinturas, y conociendo el volumen de pintura que tenemos (V=90 l.) la dotación portátil de extintores deberá tener una eficacia mínima de 21A – 144B.

La distribución de este sistema de protección será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 m.

Los extintores irán instalados en la pared, serán visibles y adecuadamente señalizados. Los extintores se situarán a una altura máxima de 1,70 m respecto al suelo de la planta.

Tanto el número de extintores, como el modelo como su colocación vendrán reflejados en el correspondiente anexo.

6.8.12. Bocas de incendio equipadas (BIE's)

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 500 m², no será necesaria la instalación de una instalación de bocas de incendio.

6.8.13. Sistemas de rociadores automáticos de agua

Dado que nuestro sector de incendio de producción es de riesgo intrínseco medio situado en un edificio de tipo B, y tiene una superficie construida inferior a 2500 m², no será necesaria la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua.

6.9. Sistemas de protección contra incendios: Sector 4

6.9.1. Compartimentación en sectores de incendio

Para un uso previsto administrativo, se deberá sectorizar si:

- La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2500 m².

En nuestro caso, al tener una superficie de la zona de oficinas de 105,25 m² no será necesaria la sectorización de dicha zona. Por lo que la zona de oficinas la contemplaremos como un único sector.

6.9.2. Evacuación de ocupantes

6.9.2.1. Salidas y recorridos de evacuación

Según la tabla 3.1 del apartado 3 del CTE DB-SI 3, nos dice que si tenemos una única salida en planta la longitud de los recorridos de evacuación hasta dicha salida no excederá los 25 m. En nuestro caso, la distancia más desfavorable será la existente entre el Despacho 3 y la salida de planta con lo que el recorrido de evacuación es de 22,50 m.

6.9.2.2. Puertas y pasos

Anchura puertas $\geq P/200 \geq 0,80$ m

Siendo P, el número de personas que trabajan en las oficinas en nuestro caso 5. Por lo que al aplicar la fórmula obtenemos una puerta de anchura mínima de 0,80 m. La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m. En nuestro caso las puertas, tanto de salida de planta como de paso a oficinas, serán de 0,80 m.

6.9.2.3. Pasillos y rampas

Anchura pasillos $\geq P/200 \geq 1,00$ m

Aplicando la fórmula obtenemos que los pasillos deben de disponer de una anchura mínima de 1 m. En nuestro caso, el pasillo de la oficina tiene una anchura de 2,24 m.

6.9.2.4. Escaleras

La escalera no necesitar estar protegida ya que $h \leq 14$ m, donde h es la altura de evacuación en nuestro caso 5,5 m.

Para una escalera no protegida para evacuación descendente:

Anchura escalera $\geq P/160 \geq 0,80$ m (escaleras previstas para 10 personas máximo)

Aplicando la fórmula obtenemos que la anchura mínima de la escalera debe ser de 0,80 m. En nuestro caso, la escalera tiene una anchura de 1 m.

6.9.2.5. Señalización medios de evacuación

Se deberá realizar según indica el apartado 7 del CTE DB-SI 3, se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia según la norma UNE 23.034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- La señal con rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se percibe directamente las salidas o sus señales indicativas.
- El tamaño de las señales será el siguiente:
 - o 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - o 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

La distribución de las señales así como sus tamaños está indicado en el anexo correspondiente a la instalación de contra incendios del sector de oficinas.

6.9.3. *Detección, control y extinción del incendio*

6.9.3.1. Extintores portátiles

Siempre son exigibles, y se deberán disponer de tal forma que la distancia horizontal máxima entre cualquier punto del sector de oficinas y un extintor no sea nunca superior a 15 m.

Los extintores irán instalados en la pared, serán visibles y adecuadamente señalizados. Los extintores se situarán a una altura máxima de 1,70 m respecto el suelo de la planta.

Los extintores serán del tipo 21A-113B. Tanto el número de extintores, como el modelo como su colocación vendrán reflejados en el correspondiente anexo.

6.9.3.2. Bocas de incendios equipadas

Al tener un sector de incendio de uso administrativo con una superficie total de $105,25 \text{ m}^2 \leq 2000 \text{ m}^2$, no será necesaria la instalación de bocas de incendio equipadas.

6.9.3.3. Sistema de alarma de incendio

Dado que se trata de un sector de incendio de uso administrativo con una superficie total de $105,25 \text{ m}^2 \leq 1000 \text{ m}^2$, no será necesaria la instalación de un sistema de alarma de incendio.

6.9.3.4. Sistema de detección y de alarma de incendio

Dado que nuestro sector de incendio no requiere de la instalación de un sistema automático de detección, será de obligatorio cumplimiento un sistema manual de alarma de incendio.

Se instalarán pulsadores de alarma de incendio con las siguientes características:

- La distancia máxima desde cualquier punto del sector al pulsador será de 25 m.
- Se instalará un pulsador en cada salida de emergencia del sector.
- Deberán estar convenientemente protegidos para evitar falsas alarmas.

El sistema manual de alarma estará conectado en todo momento a una sirena de emergencia.

La ubicación de los pulsadores y sirenas, y sus características vendrán reflejadas en los anexos correspondientes.

6.9.3.5. Hidrantes exteriores

Dado que se trata de un sector de incendio de uso administrativo con una superficie total de $105,25 \text{ m}^2 \leq 5000 \text{ m}^2$, no será necesaria la instalación de hidrantes exteriores.

6.9.3.6. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23.033-1 cuyo tamaño será:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23.035-4:1999.

6.9.4. Aproximación y entorno

Para la correcta intervención de los bomberos en caso de un incendio, se deben cumplir los siguientes requisitos en los viales de aproximación de la nave:

- Anchura mínima libre: 3,5 m
- Altura mínima libre o gálibo: 4,5 m
- Capacidad portante del vial: 20 kN/m^2

Además no hay zonas forestales cercanas, y se cumplen las condiciones de tener accesos a la planta para los servicios de extinción superiores a 0,8 m en horizontal y 1,2 m en vertical.

Las dos calles a las que tenemos acceso directamente a la nave, cumplen con los requisitos mínimos del vial de aproximación.

CAPÍTULO 7: INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

7.1. Normas y referencias

7.1.1. Normativa de aplicación y disposiciones legales

A continuación se especifica la normativa aplicada y las disposiciones legales que se han considerado a la hora de redactar este proyecto.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección HE3 "Eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado" del Documento Básico de Ahorro de Energía.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el cual se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección SUA4 "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada" del Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad.
- UNE-EN 12464-1:2003 "Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores".
- REBT 2002 "Reglamento electrotécnico de baja tensión".

7.2. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la instalación de iluminación del proyecto, se ha utilizado el programa DIALUX en su versión 4.7.

Los resultados obtenidos se detallan en el anexo correspondiente.

7.3. Definiciones y abreviaturas

Eficiencia luminosa: cociente entre flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica de la fuente. Se expresa en lm/W (lúmen/Watt).

Equipo auxiliar: equipos eléctricos asociados a la lámpara. Su función es el encendido y control de las condiciones de una lámpara. Esos equipos auxiliares, están formados por combinación de cebador y condensador.

Factor de mantenimiento (Fm): cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de iluminación y la iluminancia media obtenida bajo las mismas condiciones para la instalación considerada como nueva.

Iluminación de emergencia: instalación de iluminación normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios y que éstos puedan abandonar el edificio, impida situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Iluminación general: iluminación sustancialmente uniforme de un espacio sin tener en cuenta los requisitos de los locales especiales.

Iluminancia: cociente del flujo luminoso $[\phi]$ incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto, por el área $[A]$ de este elemento, siendo la unidad de medida el lux $[lx]$.

Índice de rendimiento de color (Ra): efecto de un foco de luz sobre el aspecto cromático de los objetos a los cuales ilumina comparado con el aspecto bajo el foco de luz de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (R_a). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con la que se está iluminando y de las características reflexivas selectivas del mencionado objeto.

Índice del local (k): es función de la longitud y anchura del local y de la distancia del plano de trabajo a las luminarias.

Lámpara: fuente construida para producir una radiación óptica, generalmente visible.

Luminaria: aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que, además de los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito eléctrico de alimentación contiene, en su caso, los equipos necesarios para su funcionamiento, definida y regulada según norma UNE-EN 60.598-1:1998.

Potencial nominal de la lámpara: potencia de funcionamiento de entrada a la lámpara.

Potencial total del conjunto lámpara más equipo auxiliar: potencia máxima de entrada de los circuitos equipos auxiliar-lámpara, medidos en condiciones definidas en las normas UNE-EN 50.294:1999 y UNE-EN 60.923:1997.

Reflectancias: cociente entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente en las condiciones dadas. Se expresa en tanto por ciento o tanto por uno.

Salas técnicas: salas donde se ubican instalaciones que dan servicio al edificio como salas de calderas, bombeo, centros de transformación, sala de cuadros eléctricos, contadores, sala de sistemas de alimentación ininterrumpida o cualquier sala de máquinas.

Sistemas de control y regulación: conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se diferencian cuatro tipos distintos:

- Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual o a distancia.
- Regulación de iluminación artificial según aportación de luz natural por los ventanales.
- Control del encendido y apagado según presencia en la zona.
- Regulación y control por sistema centralizado de gestión.

Sistema de aprovechamiento de la luz natural: conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a la regulación de forma automática del flujo lumínico de una instalación, en función del flujo lumínico aportado por la luz natural, de tal forma que entre los dos flujos aporten un nivel de iluminación fijado en un punto donde se encontrará el sensor de la luz.

Sistemas de temporización: conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a la regulación de forma automática, el cierre de una instalación de iluminación en función de un tiempo de encendido prefijado.

Zona de actividad diferenciada: espacio o local con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo.

Zona de uso esporádico: espacios donde la ocupación es aleatoria, no controlada ni permanente, como servicios, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada. Se expresa en W/m^2 por cada 100 lux.

7.4. Generalidades

7.4.1. Nivel de iluminación

Los niveles de iluminación de cada zona de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Tabla 7.1. *Tabla del nivel de iluminación requerida para diferentes zonas del recinto industrial.*

Planta Baja	Nivel iluminación (lux)
Zona de producción	500
Almacén producto acabado	250
Cabina pintura	750
Gerencia	500
Zona de descanso	300
Vestuarios, pasillo y vestíbulo	100
Planta primera	Nivel iluminación (lux)
Vestíbulo y lavabo	100
Oficinas y despachos	500
Pasillo	150

En general, la iluminación de todas las zonas deberá cumplir las siguientes condiciones:

- La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia.
- Se evitarán también los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o en sus proximidades.

- No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo.

7.4.2. Características

A continuación se muestran un seguido de prescripciones adoptadas a la hora de dimensionar la instalación de iluminación.

- Las lámparas tendrán un tipo de montaje adosado en oficinas, vestuarios, aseos, pasillos y así como en la cabina de pintura.
- El resto de lámparas correspondientes al taller (zona de producción y almacén) se situarán a una altura de montaje de 8 metros.
- Como plano útil se ha escogido, para zonas donde sea necesario desarrollar la tarea en posición sentada (oficinas), una altura de 0,85 m. para las zonas restantes se ha adoptado una altura de 1 m.
- Se ha tomado un factor de degradación de 0.80 para la realización del proyecto.

7.4.3. Control de la iluminación

Para cada una de las zonas de la primera planta (oficinas, pasillos y aseo) se podrá controlar mediante detectores de presencia.

En cambio para las zonas de planta baja como los vestuarios, sala de descanso, gerencia y zona de taller (zona de producción, almacén y cabina de pintura) deberán controlarse mediante interruptores.

De esta forma se quiere conseguir minimizar el consumo energético, evitando que en las zonas administrativas cuando no exista una actividad continuada se queden las luces encendidas.

7.4.4. Iluminación de emergencia

Las instalaciones de iluminación de emergencia tienen como objetivo el asegurar, en caso de fallo de la iluminación normal, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas para una eventual evacuación del personal.

La instalación de iluminación de emergencia, detallada en el capítulo de "Protección contra incendios" se realiza mediante aparatos autónomos de emergencia, tal y como se define en el punto 3.4.1. de la instrucción ITC-BT-28, que cumplirán con lo establecido en las normas UNE 60.598-2-22, UNE 20.392 o UNE 20.062 según el tipo de luminaria. La alimentación del alumbrado de emergencia será de tipo automático con una autonomía de 2 horas

7.4.5. Iluminación de evacuación

Se trata de la iluminación prevista para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y vías de evacuación de la nave.

Esta deberá cumplir con los requisitos de iluminación de seguridad detallada en el capítulo de "Protección contra incendios".

La instalación de iluminación de evacuación deberá funcionar, en caso de fallo de la iluminación normal, durante un mínimo de 1 hora dando los niveles lumínicos detallados en el capítulo de "Protección contra incendios".

7.5. Cálculos justificativos

En el anexo correspondiente se adjuntan los cálculos justificativos de la instalación de iluminación mediante el uso del programa de cálculo DIALux en su versión 4.7., así como una tabla resumen donde se indican las zonas y la iluminación utilizada.

CAPÍTULO 8: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

8.1. Compañía suministradora

El suministro de la energía eléctrica de la nave será realizado por la empresa FECSA ENDESA. La red de distribución es trifásica con una frecuencia de 50 Hz. El valor nominal de la red de Baja Tensión es de 230/400 V.

8.2. Normativa aplicable

La normativa adoptada para la elaboración del presente proyecto ha sido la siguiente:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT 2002) publicado en el BOE 18/11/02.
- Instrucciones técnicas complementarias (ITC) del REBT 2002 publicadas en el suplemento del BOE núm. 224 del 18/11/02:
 - o ITC-BT-07 Redes subterráneas para la distribución eléctrica.
 - o ITC-BT-08 Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
 - o ITC-BT-10 Previsión de cagas para suministros en tensión baja.
 - o ITC-BT-11 Redes de distribución de energía. Acometidas.
 - o ITC-BT-13 Cajas generales de protección.
 - o ITC-BT-14 Línea general de alimentación.

- ITC-BT-15 Derivaciones individuales.
- ITC-BT-16 Contadores, ubicación y sistemas de instalación.
- ITC-BT-17 Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
- ITC-BT-19 Prescripciones generales.
- ITC-BT-21 Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT-22 Protección contra sobre intensidades.
- ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-47 Instalación de receptores. Motores.
- Normas UNE referenciadas en el REBT 2002.
- Normas de las compañías suministradoras (Guía Vademécum para instalaciones de enlace en baja tensión; FECSA ENDESA).

8.3. Herramientas de cálculo

Para la realización de los cálculos necesarios se han utilizado hojas de cálculo tipo Excel, diseñadas para las necesidades específicas de este tipo de instalaciones. También se han utilizado tablas facilitadas por la compañía.

SUMINISTROS INDIVIDUALES HASTA 15 kW

INSTRUCCIONES PARA EL INSTALADOR:

- Efectúe la instalación según el esquema y los datos de la columna marcada con ☒
- Al terminar la instalación, entregue en nuestras oficinas o Punt de Servei el Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión (CIEBT) junto con este impreso.
- En el nivel de electrificación elevada se podrá contratar cualquier potencia normalizada hasta 14,49 kW.

ESQUEMA UNIFILAR

POTENCIA SOLICITADA		<input style="width: 50px;" type="text"/> kW		MONOFÁSICO <input style="width: 50px;" type="text"/>	TRIFÁSICO <input style="width: 50px;" type="text"/>
---------------------	--	--	--	--	---

POTENCIA MÁXIMA (kW) QUE SE PUEDE CONTRATAR	MONOFÁSICO												TRIFÁSICO																		
	0,34	0,68	0,80	1,15	1,72	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50	14,49	1,03	2,07	2,42	3,46	5,19	6,92	10,39	13,85								
NIVEL DE ELECTRIFICACIÓN	Básica												Elevada																		
PROTECCIÓN DIFERENCIAL	Intensidad nominal (A)		40												63																
	Sensibilidad (mA)		30												30 ó 300																
PROTECCIÓN SOBRETENSIÓN (V)		– Obligatoria para la protección contra las sobretensiones permanentes – Para la protección contra las sobretensiones transitorias, según la ITC-BT-23 del REBT																													
INTERRUPTOR GRAL. AUTOMÁT.	Intensidad nominal (A)		25 A												30 A	35 A	40 A	63 A													
	Poder de corte (kA)		≥ 4,5												≥ 4,5			≥ 4,5			≥ 4,5										
INTERRUPTOR CONTROL DE POTENCIA (A)		1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	63	1,5	3	3,5	5	7,5	10	15	20							
CONDUCTORES		Cu		10 mm ²												16 mm ²															

CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	Tipo	CPM1-D2		CPM2-D4	
	Contador	10 (60) A		10 (90) A	
	Fusibles	63 A gG		100 A gG	63 A gG

ACOMETIDA			<input type="checkbox"/> Aérea posada sobre fachada	<input type="checkbox"/> Subterránea
			<input type="checkbox"/> Aérea tensada sobre apoyos	<input type="checkbox"/> Aéreo-Subterránea
	Aérea	RZ 0,6/1 kV 2x16 Al (tubo 40 mm)		RZ 0,6/1 kV 4x25 Al (tubo 40 mm)
	Subterránea	RV o DV 0,6/1 kV 2x1x50 Al (tubo 90 mm)		RV o DV 0,6/1 kV 4x1x50 Al (tubo 90 mm)

DETALLE DE INSTALACIÓN

Figura 8.1. Guía Vademécum baja tensión, suministros hasta 15 kW.

INSTRUCCIONES PARA EL INSTALADOR

Efectúe la instalación según el esquema y los datos de la columna marcada con "X"

Al terminar la instalación entregue en nuestras oficinas o Punt de Servei el Certificado de Instalación Eléctrica de Baja Tensión (CIEBT) junto con este impreso

SUMINISTROS INDIVIDUALES MAYORES DE 15 kW

POTENCIA SOLICITADA		kW																		
POTENCIA MÁXIMA (kW) QUE SE PUEDE CONTRATAR		TRIFÁSICO																		
		17,32	20,78	24,24	27,71	31,17	34,64	43,64	55	69	87	111	139	173	218	277	346	436	554	693
PROTECCIÓN DIFERENCIAL		Intensidad nominal (A)		Transformador toroidal																
Sensibilidad (mA)		40		30 ó 300																
I.G.A.		30 ó 300		El que corresponda según la potencia máxima admisible por la instalación interior																
PROTECCIÓN DE SOBRETENSIÓN		- Obligatoria para la protección contra las sobretensiones permanentes																		
		- Para la protección contra las sobretensiones transitorias, según la ITC-BT-23 del REBT																		
		5 veces la intensidad de regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0,02 segundos																		
		5 veces la intensidad de regulación térmica, actuando en un tiempo inferior a 0,02 segundos																		
CONJUNTO DE MEDIDA		Tipo		TMF-10																
		Contador (A)		Multifunción																
		Trafo. Intensidad (A/A)		100/5																
		Cableado Cu		20x5+15x5																
Bases (Tamaño)		DIN 0		DIN 1																
		DIN 3		DIN 4																
LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN		Conductores de cobre de:																		
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN		Fusibles gG (A)		Estudiar en cada caso																
		Tipo e Intensidad		Estudiar en cada caso																
ACOMETIDA		CONDUCTORES		mm ²		Aérea posada sobre fachada										Subterránea				
						Aérea tensada sobre apoyos										Caja de seccionamiento				
						Aero-Subterránea										Cuadro CT				
						Aérea posada sobre fachada										Subterránea				
OBSERVACIONES:		<p>Cada trazo de intensidad estará encapsulado en resina, formando un conjunto monolítico. Responderán a una clase de precisión de 0,5S y 15 VA de potencia</p> <p>La CGP responderá al esquema 9 de la NNL010</p> <p>Para potencias superiores será necesario la realización de un estudio específico</p>																		

Figura 8.2. Guía Vademécum baja tensión, suministros mayores de 15 kW.

8.4. Previsión de cargas

8.4.1. Potencia instalada

La potencia total instalada, es la correspondiente a la suma de todas las cargas instaladas en la nave objeto de estudio.

A continuación se muestran las diferentes potencias instaladas así como a qué tipo de elementos pertenecen.

Tabla 8.1. Potencia instalada en la nave.

Tipo instalación	Carga instalada (kW)
Circuito de fuerza (maquinaria + tomas de fuerza)	50,76
Acumulador eléctrico agua caliente sanitaria	3,00
Iluminación	11,81
Ventilación	20,10
Contra Incendios	0,50
Total:	86,17

8.4.2. Potencia simultánea y de utilización

Para poder realizar un dimensionamiento adecuado de la instalación debemos de tener en cuenta los factores de simultaneidad (f_s) y utilización (f_u), los cuales nos indicaran con qué frecuencia, y si se utilizaran todos a la vez los diferentes elementos instalados.

Para realizar nuestros cálculos hemos considerado los siguientes valores de dichos factores:

- Circuitos de maquinaria $f_s=1$ $f_u=1$.
- Circuitos de fuerza $f_s=0,2$ $f_u=0,2$.
- Circuitos de iluminación $f_s=1$ $f_u=1$.

8.4.3. Potencia a contratar

Conociendo la potencia instalada, mediante la guía vademécum para instalaciones de enlace de baja tensión, obtenemos que la potencia a contratar será de **87 kW** en modalidad trifásica.

8.5. Instalación de enlace

8.5.1. Acometida

La acometida es la parte de la red de distribución que alimenta la caja general de protección (C.G.P). La propiedad y la responsabilidad de ésta es de la compañía aseguradora.

La acometida deberá cumplir con las prescripciones de la ITC-BT-11 del REBT, su trazado discurrirá a través de terrenos de dominio públicos, minimizando su longitud.

8.5.1.1. Tipo de instalación

Se tratará de una acometida enterrada, por lo tanto deberá cumplir las prescripciones de la ITC-BT-07.

Las distancias mínimas de separación con otras conducciones serán las marcadas por el apartado 2.2.2 de la ITC comentada.

- 10 cm de separación con otros cables de baja tensión
- 25 cm con cables de alta tensión
- 20 cm de distancia con cables de telecomunicaciones
- 20 cm de separación para las conducciones de agua
- 20 cm de separación para canalizaciones de gas a baja presión
- 40 cm de separación para canalizaciones de gas a alta presión

8.5.1.2. Características de cables y conductores

- Los cables y conductores de la acometida podrán ser de cobre o aluminio, según establezca la compañía suministradora, y cumplirán con lo especificado en la ITC-BT-07.

8.5.2. Caja general de protección (C.G.P.)

La caja general de protección, C.G.P., es el inicio de la propiedad de las instalaciones del usuario. Este cuadro contiene los dispositivos de protección de la línea general de alimentación.

Se situará preferentemente en la fachada exterior del edificio, en un sitio de libre y permanente acceso. Su situación será fijada conjuntamente con la empresa suministradora.

Se instalará en un nicho en la pared el cual se cerrará con una puerta metálica con cerradura normalizada por la compañía de suministro, con un grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

Se guardarán las distancias mínimas de separación respecto otras canalizaciones según lo especificado en la ITC-BT-07.

8.5.2.1. Tipo y características

El cuadro general de protección se ha elegido siguiendo las normas particulares de la compañía suministradora. Ésta cumplirá lo establecido en el apartado 2.2 de la ITC-BT-13 y en las UNE-EN 60.439, UNE-20.324 y UNE-EN 50.102.

Para nuestro objeto de estudio tendremos los siguientes valores:

- Intensidad nominal C.G.P (A): 160 A
- Calibre fusibles gG (A): 250 A

8.5.3. Línea general de alimentación

Se trata de la línea que enlaza la C.G.P. con el equipo de medida (o centralización de contadores). Se cumplirán las prescripciones de la ITC-BT-14 del REBT. El trazado de la línea será el más corto y rectilíneo posible, pasando por zonas de uso común.

8.5.3.1. Tipo de instalación

La instalación se realizará mediante conductores aislados, alojados en el interior de tubos enterrados.

Los tubos cumplirán con lo indicado en la ITC-BT-21, los conductores cumplirán lo indicado en la ITC-BT-07 para conductores alojados dentro de tubos.

El dimensionamiento de los tubos se realizará mediante la tabla 1 de la ITC-BT-14.

8.5.1.2. Tipos de cables

Los cables a utilizar serán de tensión asignada 0,6/1 kV, de cobre, no propagadores de llama ni emisión de humos y opacidad reducida. Deberán cumplir la norma UNE 21.123.

Se dispondrán cables unipolares y aislados de la siguiente forma: tres por fase y uno neutro.

La caída máxima de tensión permitida para esta línea es del 0,5% por alimentación del contador.

Características de la línea general de alimentación:

- Sección del conductor: 150 mm²
- Diámetro exterior del tubo: 75 mm²

8.5.4. Equipo de medida y contadores

Es el equipo responsable de las medidas de energía consumida por el usuario. Contiene las protecciones de la derivación individual.

Se cumplirán las prescripciones de la ITC-BT-16 y las de la compañía suministradora.

Se dispondrá de un armario, en planta baja en el exterior del edificio, el cual tendrá una característica parallasas de PF-30. Deberá disponer ventilación y de iluminación suficiente y en sus inmediaciones, se instalará un extintor móvil, de

eficacia mínima 21B. Se colocará una base de toma de corriente con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

La parte más saliente del armario estará a una distancia superior de 1,5 m de la pared opuesta.

Características del equipo de medida:

- Tipo: TMF10
- Contador (A): Multifunción
- Trafo. Intensidad (A/A): 100/5
- Cableado (Cu): 20x5 + 15x5
- Bases (Tamaño): DIN1

8.5.5. Derivación individual

Es la línea que une el equipo de medida con la instalación interior del usuario. Se cumplirán las prescripciones de la ITC-BT-15.

8.5.5.1. Tipo de instalación

La instalación de la derivación individual se realizará con conductor aislado dentro de un canal o tubo protector, tapa del cual solo se podrá abrir con un útil.

Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, tal como se prescribe en el punto 2 de la ITC-BT-15

8.5.5.2. Cables

Los cables a utilizar en la derivación individual serán de cobre, con una tensión asignada de 0,6/1 kV, no propagador de llama ni emisión de humos y opacidad reducida cumpliendo normativa UNE 21.123.

La sección mínima será de 6 mm² para cables polares, neutro y protección. Las intensidades admisibles de los cables considerados son las que se indican en la tabla 1 de la ITC-BT-19.

La caída de tensión máxima admisible para el caso de contadores totalmente concentrados es de 1%.

8.5.6. Dispositivo general de control

El dispositivo general de control de la instalación del usuario es el interruptor de control de potencia (ICP). Este tiene la misión de proporcionar un medio de corte de la instalación, así como el control de la potencia suministrada al usuario.

Este se instalará en un armario precintable situado en un local no accesible al público. Deberá cumplir con la instrucción ITC-BT-17 del REBT.

El interruptor será de corte omipolar y tendrá un poder de corte mínimo de 4,5kA.

8.6. Instalación interior

La instalación interior o receptora es la que comienza a partir del dispositivo general de control.

Las tipologías de la instalación serán las especificadas en las tablas 1 y 2 de la instrucción ITC-BT-20.

La instalación se realizará con cables multiconductores en tubos con montajes superficiales o empotrados en obra.

Tanto los conductores unipolares como los conductores multipolares utilizados en la instalación, deberán ser de tipo libre de halógenos, no propagadores de llama, de baja emisión y opacidad reducida.

8.6.1. Descripción de la instalación

El tipo de instalación eléctrica del edificio será radial. Desde el cuadro general de distribución (C.G.D.) se alimentan el resto de cuadros secundarios y a la vez estos alimentan los circuitos de las zonas que afectan.

8.6.2. Subdivisión de la instalación

La instalación se encuentra subdividida en 4 subcuadros; separando planta primera (oficinas), planta baja (oficina, vestuarios, sala de descanso), iluminación de emergencia y taller (zona de producción y almacén), siguiendo unos criterios de seguridad y funcionalidad.

8.6.3. Tubos y canales protectores

Los tubos tendrán las características y diámetros especificados en la instrucción ITC-BT-21.

Los canales seguirán la norma UNE-EN 50.085. Los canales con conducción eléctrica (bandejas metálicas) se deberán conectar a tierra.

8.6.4. Conductores

Los conductores utilizados en la instalación interior serán de cobre aislados. Los conductores tendrán un mínimo de $1,5 \text{ mm}^2$ si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y si tienen protección mecánica, o tendrán un mínimo de 4 mm^2 si no disponen de protección mecánica.

La sección de los conductores a utilizar se ha dimensionado para que desde el origen de la instalación interior hasta el punto más lejano de la instalación, la caída de tensión sea como máximo de:

- 3% para elementos receptores de iluminación.
- 5% para el resto de elementos receptores.

Las intensidades máximas admitidas en los conductores de la instalación interior se regirán según norma UNE 20.460.

Para el dimensionado de las secciones de los cables se ha seguido dicha norma, y la tabla 1 de la instrucción ITC-BT-19.

Los conductores se protegerán con interruptores automáticos magnetotérmicos de intensidad nominal inferior a la intensidad máxima admisible del conductor.

8.6.5. Protección contra sobreintensidades

Los circuitos de la instalación deberán estar protegidos contra posibles sobreintensidades que puedan dañar los mismos. Los dispositivos para proteger la instalación seguirán las disposiciones de la norma UNE 20.460.

Los dispositivos utilizados, serán los interruptores automáticos magnetotérmicos. Estos tendrán detección sobre todos los polos, y serán de corte omnipolar.

Los dispositivos magnetotérmicos se dimensionan en función de la carga del circuito y de la naturaleza de éste.

8.6.6. Protección contra contactos directos

La protección contra contactos directos está destinada a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos.

Según lo especificado en el punto 3 de la instrucción ITC-BT-24, esta protección se realiza mediante el aislamiento de las partes activas, por medio de obstáculos físicos o por alejamiento.

8.6.7. Protección contra contactos indirectos

Las medidas de protección contra contactos indirectos son las señaladas en el punto 4 de la instrucción BT-24, y deberán cumplir con lo indicado en la norma UNE 20.460.

El sistema de protección contra contactos indirectos que utilizaremos en nuestra instalación será la del corte automático de alimentación, que se efectuará mediante los interruptores diferenciales.

La sensibilidad de éstos será la necesaria para que en el caso de fallo, la tensión de contacto sea inferior a 50V o 24V en el caso de los locales húmedos.

Se deberá cumplir:

$$R_{ax}I_a < U \quad (8.1)$$

Donde:

[Ra]: Resistencia total a tierra (resistencia de tierra más la de los conductores de protección hasta el punto de contacto).

[Ia]: Intensidad nominal (sensibilidad) del interruptor diferencial.

[U]: Tensión seguridad (24V si es local húmedo).

8.6.8. Tomas de corriente

Las tomas de corriente serán del tipo especificado en la norma UNE 20.315, y en el punto 2.10 de la instrucción ITC-BT-19.

8.6.9. Conexiones

Las conexiones se realizarán dentro de cajas con regletas o bridas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm² se conectarán mediante terminales adecuados de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

8.7. Instalación de toma de tierra

La toma de tierra se establece con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto al suelo (tierra), puede presentar en cualquier momento dadas las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o reducir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La instalación de toma de tierra se realizará en un terreno natural con un conjunto de picas y cable de cobre sin aislamiento enterrado. Esta estará siempre a un nivel inferior de 0,5 m de la superficie del terreno natural. De la red se derivará a la caja de seccionamiento, y de esta se distribuirá a la instalación del edificio.

Los elementos metálicos susceptibles de entrar en tensión se conectarán a la red de toma de tierra mediante los cables de protección, los cuales continuarán el mismo recorrido que las líneas de distribución eléctrica, hasta encontrarse las líneas principales de tierra. Estas se dimensionarán para una sección que corresponda con el neutro de una línea a la cual siga paralelamente su recorrido para evitar de esta forma que ningún elemento metálico este en serie.

El valor de resistencia del suelo, será tal que cualquier masa no podrá dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50V en caso de local seco, y 24V en el caso de local húmedo.

El borne de la toma a tierra une los conductores de tierra con los conductores de protección.

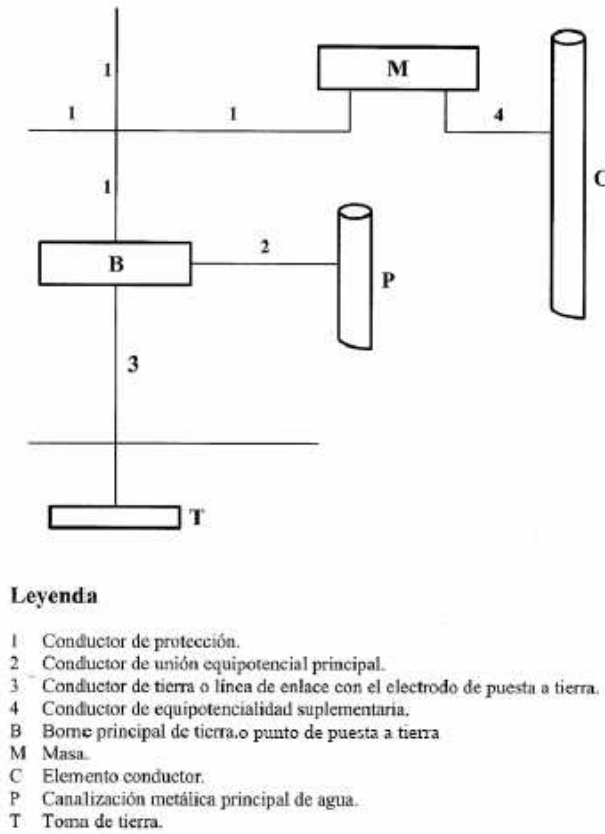


Figura 8.3. Esquema de elementos que componen la toma a tierra.

8.8. Cálculos justificativos

En el anexo se adjuntan los cálculos justificativos de la instalación eléctrica, así como una tabla resumen de las secciones de los conductores y elementos de protección instalados.

CAPÍTULO 9:

BIBLIOGRAFIA Y

NORMATIVAS.

La información extraída y utilizada para la elaboración de este proyecto, se basa en las normativas y reglamentos pertinentes que afectan las diferentes instalaciones objeto de estudio, páginas web consultadas, apuntes de asignatura cursadas en la carrera y programas de cálculo utilizados.

9.1. Referencias bibliográficas

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección HS3 "Calidad del aire interior" del Documento Básico "Salubridad".
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección HS4 "Suministro de agua" del Documento Básico "Salubridad".
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección HS5 "Evacuación de aguas" del Documento Básico "Salubridad".
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Documento Básico "Seguridad en caso de incendio".
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección HE3 "Eficiencia Energética de las instalaciones de Alumbrado" del Documento Básico "Ahorro de energía".

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación: Sección SUA4 "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación" del Documento Básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el cual se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio por el cual se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.).
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT 2002) publicado en el BOE 18/11/02.
- Instrucciones técnicas complementarias (ITC) del REBT 2002 publicadas en el suplemento del BOE núm. 224 del 18/11/02.

9.2. Bibliografía de consulta

- Páginas web consultadas:
 - www.boe.es
 - www.codigotecnico.org
 - www.solerpalau.es
 - <http://www.dial.de/>
 - <http://www.walther-pilot.de>
 - www.cmt.es
 - www.construmatica.es
 - <http://products.boschsecurity.es>
- Apuntes:
 - Oficina Técnica. Asignatura Obligatoria de la EUETIB.
 - Fonaments de Climatització. Asignatura Optativa de la EUETIB.
 - Càlcul i Projectes d'Instal·lacions. Asignatura Optativa de la EUETIB.
 - Teoría de la Construcció i Instal·lacions Industrials. Asignatura Optativa de la EUETIB.
- Programas utilizados:
 - Dialux.
 - EasyVent.
 - Autocad 2007.
 - Edge Diagrammer.
 - Microsoft Project.

- Generador de Precios.