

Madalina Georgiana Anton

Diseño de un sistema de abastecimiento de agua contra incendios en una planta logística

**Trabajo Fin de Máster
Dirigido por el Dr. Carlos Turón Rodríguez**

Máster de Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2023

Índice

1	Memoria	1
1.0	Introducción	1
1.1	Objetivos.....	1
1.2	Alcance	1
1.3	Antecedentes.....	1
1.3.1	Emplazamiento.....	1
1.3.2	Distribución del almacén.....	2
1.4	Normativa y referencias	3
1.4.1	Disposiciones legales y normas	3
1.4.2	Programas de cálculo	3
1.4.3	Plan de gestión de calidad aplicable.....	3
1.4.4	Bibliografía.....	4
1.4.5	Otras referencias	4
1.5	Definiciones y abreviaturas	5
1.6	Requisitos de diseño.....	6
1.7	Análisis de soluciones	6
1.7.1	Diseño de rociadores.....	6
1.7.2	Sistema de impulsión	6
1.7.3	Grupo de bombeo.....	6
1.7.4	Diseño estructural.....	6
1.7.5	Instalación eléctrica	6
1.8	Resultados finales	7
1.8.1	Carga de fuego.....	7
1.8.2	Tipo y condiciones de abastecimiento de agua contra incendios.....	9
1.8.3	Fuente de agua	11
1.8.4	Red general de distribución de agua para los sistemas de protección contra incendios (RGDASPCI).....	14
1.8.5	Sistema de impulsión	19
1.8.6	Edificio del grupo de bombeo.....	29
1.8.7	Conclusiones	42
1.9	Planificación.....	43
1.10	Orden de prioridad entre documentos	45
2	Anexos.....	45
2.1	Cálculos.....	45
2.1.1	Carga de fuego.....	45

2.1.2	Instalación de protección contra incendios	47
2.1.3	Depósito	56
2.1.4	Dimensionamiento RGDASPCI.....	59
2.1.5	Equipo de impulsión.....	63
2.1.6	Edificio grupo de presión	67
2.2	Otros documentos.....	70
3	Planos.....	144
4	Pliego de condiciones.....	170
4.1	Descripción de las obras, productos, instalaciones y servicios.....	170
4.2	Especificaciones de los materiales y elementos	170
4.3	Ejecución de las obras, productos, instalaciones o servicios	171
4.4	Reglamentación y normativa aplicables a la implementación del trabajo.....	171
4.5	Otros aspectos.....	171
6	Mediciones	172
6.1	Instalación de abastecimiento de agua contra incendios	172
6.2	Edificación sala grupo de presión	173
6.3	Instalación eléctrica.....	174
7	Presupuesto	177
7.1	Instalación de abastecimiento de agua contra incendios	177
7.2	Edificación sala grupo de presión.....	179
7.3	Instalación eléctrica.....	180

Índice de figuras

- Figura 1.1. Ubicación de la parcela en el Polígono Industrial de la Zona Franca.
- Figura 1.2. Apilamiento de balas de papel recuperado.
- Figura 1.3. Configuraciones de almacenaje.
- Figura 1.4. Esquema del abastecimiento de agua mediante un equipo de bombeo doble aspirando de 2 depósitos atmosféricos tipo A. Extraído de la norma UNE 23500 – 2021.
- Figura 1.5. Tabla 5 de la Norma UNE 23500 – 2021.
- Figura 1.6. Esquema del depósito comercial con sus respectivas dimensiones y capacidades.
- Figura 1.7. Sistema de control de la calidad fisicoquímica del agua.
- Figura 1.8. RGDASPCI en anillo normal con 3 grupos de bombeo.
- Figura 1.9. Suministro de agua hidráulicamente más desfavorable.
- Figura 1.10. Curva de la bomba extraída de Epanet 2.0.
- Figura 1.11. Simulación mediante el programa *Epanet 2.0* para comprobar la presión en el punto más desfavorable.
- Figura 1.12. Curvas características de altura, potencia y NPSH de la bomba. Proporcionada por el fabricante Grundfos.
- Figura 1.13. Diagrama de funciones del manual del fabricante Grundfos.
- Figura 1.14. Bomba diésel con su tanque de combustible.
- Figura 1.15. Panel de control de la bomba jockey.²
- Figura 1.16. Teclas de acción de la interfaz de control (pos. B).²
- Figura 1.17. Panel de control de la bomba diésel.²
- Figura 1.18. Geometría del pórtico.
- Figura 1.19. Geometría de la estructura dimensionada con *Cype 3D*.
- Figura 2.1. Clasificación del nivel de riesgo intrínseco del área de incendio.
- Figura 2.2. Configuración de almacenamiento.
- Figura 2.3. Parte de la tabla C1.
- Figura 2.4. Parte de la tabla 4 de la norma UNE-EN 12845 – 2016 correspondiente a configuración de almacenamiento ST1.
- Figura 2.5. Tabla 37 a de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.
- Figura 2.6. Tabla 37b de la Norma UNE-EN 12845.
- Figura 2.7. Caudal de descarga del rociador en función de la presión.
- Figura 2.8. Tabla y figura seguida para realizar la distribución de los rociadores.
- Figura 2.9. Necesidades de agua para hidrantes exteriores.
- Figura 2.10. Tabla para determinar el tipo de BIE y la necesidad de agua.
- Figura 2.11. Capacidad efectiva de los depósitos atmosféricos de agua y dimensiones a respetar.
- Figura 2.12. Tabla 1 de la Norma UNE 23500 – 2021.
- Figura 2.13. Tabla de modelos de depósitos.
- Figura 2.14. Suministro de agua hidráulicamente más desfavorable.
- Figura 2.15. Tabla 22 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.
- Figura 2.16. Tabla 23 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.
- Figura 2.17. Curva de la bomba de Epanet 2.0.
- Figura 2.18. Parámetros para el dimensionamiento de la bomba.
- Figura 2.19. Tabla 8 de la norma UNE 23500 -2021.
- Figura 2.20. Reducción excéntrica.
- Figura 2.21. Ampliación concéntrica.
- Figura 2.22. Tabla 3 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.
- Figura 2.23. Tabla 37a de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.
- Figura 2.24. Propuesta de ventilación de la sala de bombas.

Índice de tablas

- Tabla 1.1. Resumen de restricciones de edificación.
- Tabla 1.2. Combinación de Fuente de agua y sistema de impulsión elegido.
- Tabla 1.3. Tabla resumen de los elementos de protección contra incendios.
- Tabla 1.4. Dimensionamiento tuberías de la RGDASPCI.
- Tabla 1.5. Caudal, diámetro y longitud con accesorios de los diferentes tramos.
- Tabla 1.6. Componentes y funciones disponibles en la puerta.
- Tabla 1.7. Componentes y funciones disponibles en la puerta.²
- Tabla 1.8. Datos de correas de cubierta.
- Tabla 1.9. Coordenadas y tipo de vinculación de los nudos.
- Tabla 1.10. Descripción de los elementos de cimentación aislados.
- Tabla 1.11. Resumen de medición de materiales (incluyendo mermas de acero).
- Tabla 1.12. Características de las vigas de atado.
- Tabla 1.13. Resumen de medición de materiales (incluyendo mermas de acero).
- Tabla 1.14. Potencia instalada y demandada de la instalación.
- Tabla 2.1. Datos utilizados para el cálculo de la carga de fuego.
- Tabla 2.2. Instalación de protecciones contra incendios necesarias.
- Tabla 2.3. Dimensionamiento tuberías de la RGDASPCI.
- Tabla 2.4. Caudal, diámetro y longitud con accesorios de los diferentes tramos.
- Tabla 3.1. Escalas recomendadas para utilización en dibujos técnicos.

1 Memoria

1.0 Introducción

En una planta logística, en este caso de balas de papel reciclado, donde se almacena y posteriormente se transporta el material, en función de la superficie, el tipo de edificio y la carga de fuego de la materia se requiere de instalaciones de protección contra incendios para mantener su seguridad en caso de incendio.

Ciertas protecciones contra incendios requieren de abastecimiento de agua para su funcionamiento, tales como rociadores automáticos, hidrantes y bocas equipadas de incendio.

Estas protecciones contra incendios se abastecen desde un grupo de presión, que a su vez será alimentado por un punto de suministro, depósito o red general. Ambas partes deben diseñarse de forma que cumplan con los requerimientos de la Norma UNE-EN 12845 – 2016 en función de la coexistencia de diferentes protecciones contra incendios.

Todas las características de la red de abastecimiento contra incendios se diseñan en función de lo que especifica la Norma UNE 23500 septiembre 2021. Versión corregida, febrero 2022.

1.1 Objetivos

Realizar el diseño de las protecciones contra incendios necesarias que requieran un abastecimiento de agua y sus requerimientos de caudal y presión para determinar las bases del proyecto.

Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua de rociadores, hidrantes y BIEs. El diseño incluye la instalación hidráulica de la bomba, la instalación eléctrica y los aspectos de obra civil para construir el depósito y el edificio de bombas contra incendios.

1.2 Alcance

El diseño de las protecciones contra incendios solo se realiza de los elementos que requieran de abastecimiento de agua, ya que son los que definen las bases del proyecto. La selección de los elementos comerciales de protección contra incendios está fuera del alcance del proyecto y no se tendrán en cuenta en el presupuesto.

El diseño/selección del grupo de presión se realiza mediante el programa Epanet 2.0 considerando las pérdidas de presión de los elementos por longitud equivalente.

El cálculo estructural del edificio de las bombas de presión se lleva a cabo con el programa *Cype 3D*, pero no se realizan cálculos teóricos previos para el dimensionamiento de los perfiles de los pilares y las vigas, todas las selecciones y dimensionamientos se realizan directamente en el programa.

La instalación eléctrica se centra en el suministro eléctrico a la sala de bombas, realizando un esquema unifilar dimensionado con el programa *Cypelec*, el detalle del esquema eléctrico de funcionamiento de la bomba está fuera del alcance del proyecto.

1.3 Antecedentes

1.3.1 Emplazamiento

La planta logística está ubicada en el Polígono Industrial de la Zona Franca de Barcelona, en la calle B nº6 y tiene una referencia catastral 7860204DF2776B. En la figura 1.1 se muestra la ubicación de la parcela.

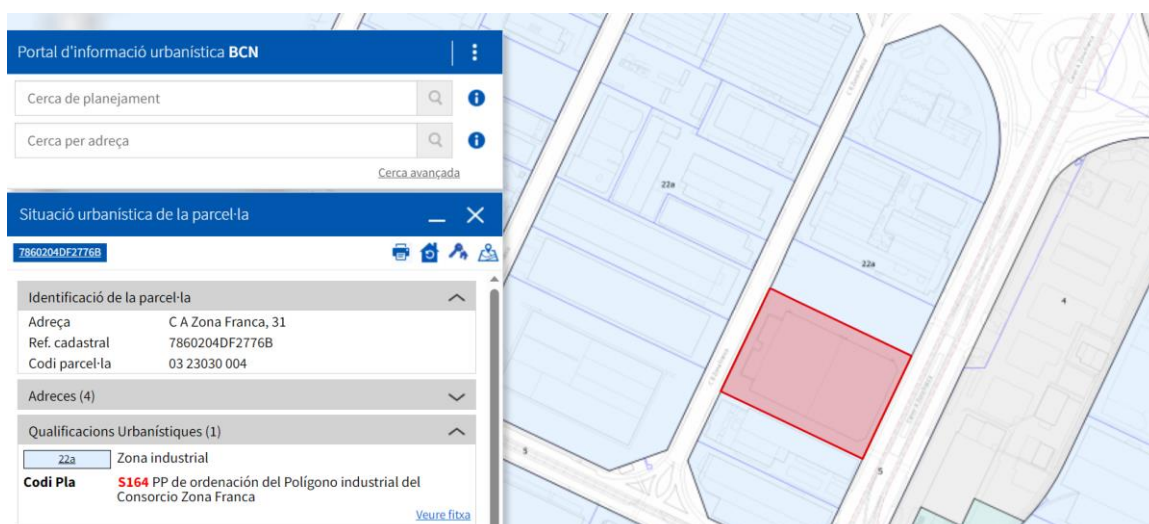


Figura 1.1. Ubicación de la parcela en el Polígono Industrial de la Zona Franca. [1]

El Polígono de la Zona Franca de Barcelona se rige por la ordenanza municipal del POUM de Barcelona, en la tabla 1.1 se presentan las restricciones de edificación de la nave.

Tabla 1.1. Resumen de restricciones de edificación. [2]

Tipo de edificación del suelo	Industrial
Superficie mínima	2.500 m ²
Ocupación máxima	70% de la superficie disponible de la parcela
Edificabilidad	12 m ³ /m ² , máximo 2m ^{2st} /m ^{2s8}
Altura máxima	18,3 m
Separación fachada – vía pública	3 m
Separación fachada – fachada	2 m

La parcela tiene una superficie de 14.886 m², y de superficie construida una nave de 2.700 m² destinada al almacén de balas de papel recuperado, los dos depósito contra incendios y el edificio de las bombas contra incendios, con una superficie construida de 80 m².

El plano de emplazamiento corresponde al plano 1.

1.3.2 Distribución del almacén

En la nave se almacenan balas de papel recuperado para su posterior transporte, las balas tienen una altura de 1,1 m, se apilan a cinco alturas y un ancho de 1,2 m. El peso máximo de apilado son 750 Tm [3], sabiendo que el peso de una bala es de aprox. 600 kg, en 5 balas hay 3.000 kg, esto permite apilar en la base 250 balas a 5 alturas, en total 1.250 balas/apilado.

Dejando un espacio de 2 m entre apilados, en total hay 5.500 balas y una superficie ocupada de 1.452 m².



Figura 1.2. Apilamiento de balas de papel recuperado.

1.4 Normativa y referencias

1.4.1 Disposiciones legales y normas

- Real Decreto 513/2017, 22 de mayo - Guía técnica de aplicación: Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre - Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- Norma Española UNE 23500 septiembre 2021. Versión corregida, Febrero 2022. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- UNE-EN 12845 – 2016 - Sistemas fijos de lucha contra incendios / Sistemas de Rociadores Automáticos/ Diseño, instalación y mantenimiento.
- CTE - Código Técnico de Edificación
- CTE DB SE-AE (España) - Código Técnico de la Edificación: Documento básico de seguridad estructural de acciones en la edificación
- EHE-08 - Instrucción Española de Hormigón Estructural
- REBT – Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- ICT BT01 a BT52 – Instrucciones Técnicas Complementarias
- Norma Española UNE-EN ISO 5455 – Dibujos Técnicos Escalas

1.4.2 Programas de cálculo

- Epanet 2.0 – cálculo de la red hidráulica
- Cype Portal Frame Generator – pórtico estructura edificio grupo de presión
- Cype 3D – Dimensionamiento de los perfiles de pilares y vigas, uniones y cimentación del edificio del grupo de presión.
- Cypelec REBT – Dimensionamiento instalación eléctrica

1.4.3 Plan de gestión de calidad aplicable

No aplica

1.4.4 Bibliografía

No aplica

1.4.5 Otras referencias

- [1] «Información Urbanística de Barcelona,» [En línea]. Available: <https://ajuntament.barcelona.cat/informaciourbanistica/cerca/ca/fitxa/7860204D F2776B/--/--/pa/> . [Último acceso: 1 agosto 2023].
- [2] «Documento resumen Normativa Urbanística S164,» [En línea]. Available: <https://ajuntament.barcelona.cat/informaciourbanistica/cerca/ca/fitxa/S164/--/--/ap/> . [Último acceso: 1 agosto 2023].
- [3] ASPAPEL. [En línea]. Available: <http://www.aspapel.es/sites/default/files/publicaciones/Doc%20190.pdf>. [Último acceso: 15 junio 2023].
- [4] «Catálogo depósito,» [En línea]. Available: <https://ilurco.com/usos/>. [Último acceso: 1 julio 2023].
- [5] «Recubrimientos Ilurco,» [En línea]. Available: <https://ilurco.com/recubrimientos/>. [Último acceso: 5 julio 2023].
- [6] [En línea]. Available: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf. [Último acceso: 12 agosto 2023].
- [7] [En línea]. Available: <https://product-selection.grundfos.com/es/products/hydro-en?tab=models>. [Último acceso: 10 agosto 2023].
- [8] Grundfos, «Instrucciones de instalación y funcionamiento bombas Grundfos,» [En línea]. Available: <https://product-selection.grundfos.com/es/products/hydro-en/hydro-en-125-250237-99844259?pumpsystemid=2172191496&tab=documentation>. [Último acceso: 06 agosto 2023].
- [9] «Ayuntamiento arroyo molinos,» [En línea]. Available: https://www.ayto-arroyomolinos.org/sede-electronica/perfil-de-contratante/licitaciones/8908/1/at_download/file. [Último acceso: 01 agosto 2023].
- [10] «Presupuesto CYPE,» [En línea]. Available: <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>. [Último acceso: 24 agosto 2023].
- [11] «Rociador colgante K115,» [En línea]. Available: <https://grupodeincendios.com/wp-content/uploads/2019/09/Catalogo-fire-fighting-2019-muestra03.pdf>. [Último acceso: 06 agosto 2023].
- [12] A. d. Barcelona. [En línea]. Available: <https://ajuntament.barcelona.cat/informaciourbanistica/cerca/ca/fitxa/7860204D F2776B/--/--/pa/>. [Último acceso: 01 08 2023].

1.5 Definiciones y abreviaturas¹

Abastecimiento de agua:

Conjunto de fuentes de agua, sistemas de impulsión y red general de distribución de agua para los sistemas de protección contra incendios destinado a asegurar, para uno o varios sistemas específicos de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

Bomba mantenedora de presión (bomba jockey):

Bomba automática de pequeño caudal que se utiliza para compensar las pérdidas de agua y mantener la presión del sistema.

Depósito atmosférico: recipiente de almacenamiento de agua que tiene su nivel superior sometido a la presión atmosférica.

Depósito de abastecimiento a bombas:

Depósito atmosférico de agua para la aspiración de los equipos de bombeo contra incendios.

Equipo de bombeo:

Conjunto formado por uno o varios grupos de bombeo, siendo el conjunto capaz de suministrar el caudal nominal especificado para el sistema (Q_n) en las condiciones que se indican en la norma UNE 23500 -2021.

Sistema de bombeo:

Conjunto formado por uno o varios equipos de bombeo principales, bomba mantenedora de presión (bomba jockey) y material diverso como válvulas, instrumentación, controles y accesorios destinado a impulsar el caudal de agua necesario a la presión requerida por los sistemas de protección contra incendios.

Fuente de agua:

Suministro natural o artificial, capaz de suministrar el caudal de agua requerido por la instalación de protección durante el tiempo de autonomía necesario.

Instalación de protección contra incendios:

Conjunto de sistemas específicos y abastecimientos de agua para protección contra incendios.

Red general de distribución de agua para los sistemas de protección contra incendios, RGDASPCI:

Conjunto de tuberías, válvulas y accesorios que permite la conducción del agua desde la salida del sistema de impulsión hasta los puntos de alimentación de cada sistemas específico de extinción de incendios. A lo largo del informe se utilizará la abreviatura RGDASPCI.

Sistema de impulsión:

Conjunto de medios que permite mantener las condiciones de presión y caudal requeridas.

¹ Definiciones y abreviaturas extraídas del apartado 3 la Norma UNE-23500 – 2021.

1.6 Requisitos de diseño

La superficie de la nave y la superficie ocupada viene definida por el cliente, se deben determinar las instalaciones de protección contra incendios que se exige instalar, centrándose en las que requiere de abastecimiento de agua.

El cliente especifica que en la nave se almacenan balas de papel reciclado y que el tipo de almacenamiento es apilado, la distribución del almacén se especifica en el apartado 1.3.2. Este tipo de almacenamiento limita la altura máxima de almacenamiento y el diseño de rociadores.

El proyecto debe incluir el diseño de las protecciones contra incendios, el dimensionamiento de la RGDASPCI, aspectos de la obra civil del edificio del equipo de presión y la instalación eléctrica.

1.7 Análisis de soluciones

1.7.1 Diseño de rociadores

Los rociadores pueden ser ESFR, su diseño sigue la Norma NFPA 13 o convencionales, siguiendo la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

Se decide instalar rociadores convencionales siguiendo la Norma UNE-EN 12845 – 2016 por su compatibilidad con la Norma UNE 25000 – 2021 y porque las condiciones de aplicación no han supuesto una limitación en la altura de almacenaje.

1.7.2 Sistema de impulsión

Instalación de 2 bombas diésel y una eléctrica o 3 bombas diésel.

Se decide instalar 3 bombas diésel debido a que no requieren de servicio eléctrico constante, en caso de un corte de corriente un motor diésel será capaz de operar, en cambio un motor eléctrico requiere de la instalación de un grupo electrógeno que haga de fuente de alimentación eléctrica en caso de un corte de corriente.

1.7.3 Grupo de bombeo

Hay varios fabricantes de bombas contra incendios, la selección se ha decantado por el fabricante Grundfos por las facilidades que proporciona en su página web para seleccionar el modelo que se ajusta a los requisitos de tu sistema de abastecimiento de agua contra incendios.

La documentación proporcionada es muy completa, además de cumplir con los requisitos de diseño especificados en la norma UNE EN 12845 – 2016.

1.7.4 Diseño estructural

Realizar el diseño estructural mediante Cypecad o Sap2000.

El diseño estructural se realiza mediante el programa Cypecad por ser una herramienta que no solo elabora el cálculo y dimensionamiento de estructuras si no que proporciona los planos de la estructura, tabla de datos, mediciones y memoria descriptiva, haciendo que el dimensionamiento sea más completo.

1.7.5 Instalación eléctrica

El dimensionamiento de la instalación eléctrica se realiza con Cypelec, otra opción era el CIEBT de dmELECT, pero este último no dispone de versiones de prueba o de estudiantes.

1.8 Resultados finales

El diseño del sistema de abastecimiento de agua contra incendio se ha llevado a cabo siguiendo los siguientes apartados.

1.8.1 Carga de fuego

El cálculo de la carga de fuego se realiza siguiendo el Anexo III del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

En el anexo 2.1.1 se detallan los cálculos realizados y las tablas utilizadas para obtener la carga de fuego y el riesgo intrínseco de la instalación destinada al almacenamiento de balas de papel para su posterior transporte.

El almacén es un edificio tipo C y la superficie de almacenamiento de bobinas es del 55% aprox. del almacén, es decir, 1.460 m² y una altura de 5,5 m. A partir de estos datos se obtiene que:

- La carga de fuego de la instalación es de 16.149 MJ/m²
- Nivel de **riesgo intrínseco alto - 8**.

1.8.1.1 Instalación de protección contra incendios

En el alcance del proyecto se define que se realizará el diseño de las protecciones contra incendios que requieran de abastecimiento de agua.

A partir de la carga de fuego calculada y el riesgo intrínseco correspondiente, siguiendo la Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre) se determina que las protecciones contra incendios a instalar son las siguientes:

- Sistema de rociadores de agua automáticos
- Sistemas de hidrantes exteriores
- Sistemas de bocas de incendio equipadas

En el anexo 2.1.2 se presenta la justificación de la instalación de las protecciones contra incendios necesarias.

1.8.1.1.1 Diseño sistema de rociadores de agua automáticos

El diseño del sistema de rociadores de agua automáticos se determina en función de la configuración del almacenamiento, la clasificación de actividades y el riesgo de incendio.

La configuración del almacén de balas de papel recuperado es almacenamiento libre (ST1) apilado a cinco altura, en la figura 1.3. se presenta una imagen de las diferentes configuraciones de almacenaje.

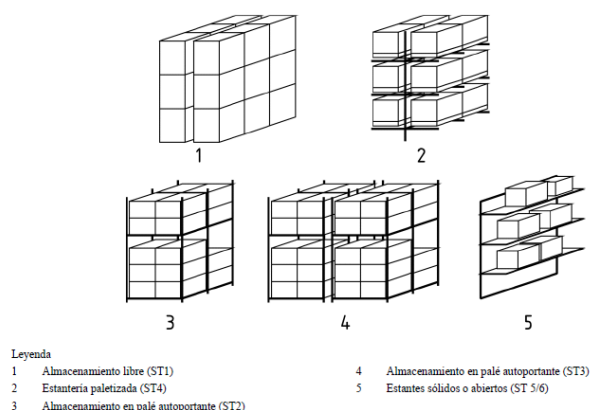


Figura 1.3. Configuraciones de almacenaje.

La configuración de almacenamiento es un riesgo extra de almacenaje (REA), a partir del anexo C (Normativo) – Listado alfabético de productos almacenados y categorías, se conoce que la categoría correspondiente al almacenamiento de papel, residuo corresponde a la **categoría III**.

A partir de la tabla 4 – Criterios de diseño para REA con protección solo en cubierta o techo de la norma, esta se muestra en el anexo 2.1.2.13, se obtiene que:

- Altura máxima de almacenamiento: 5,7 m
- Densidad de diseño: 20 mm/min
- Área de operación: 300 m²

Para un REA con rociadores de techo y una densidad de diseño superior a 10 mm/min se selecciona:

- Rociador convencional Norma UNE EN 12485 – 2016
- Factor K115
- Presión de descarga mínima: 0,5 bar
- Presión de descarga máxima: 12 bar
- Diámetro mínimo del tubo: 25 mm
- Área de operación de un rociador: 9 m²
- Temperatura de funcionamiento: 69 °C – color de bulbo rojo

A partir del área de operación de un rociador y la densidad de diseño se obtiene que:

- Caudal de un rociador: 261 l/min
- Presión de descarga: 5,15 bar
- Nº rociadores por área: 34
- Caudal total por área: 8.874 l/min
- Nº rociadores según distribución en plano: 312
- Presión de descarga del rociador: 5,15 bar.

En el apartado 2.1.2.1.4 del Anexo se pueden consultar los criterios de selección y los cálculos para el número de rociadores y la determinación de la presión de descarga del rociador.

El área de operación del conjunto de rociadores se puede consultar en la figura 1.11.

1.8.1.1.2 Hidrantes

Respetando las condiciones de implantación del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, se determina que se necesitan **8 hidrantes** para cubrir el área exterior del almacén, considerando la distancia de 5 m a la fachada y una distancia máxima de 50 m entre ellos.

El caudal y la autonomía vienen definidas por la configuración del edificio (Tipo C) y el nivel del riesgo intrínseco (alto), a partir de la tabla que se muestra en el Anexo 2.1.2.2, se obtiene el caudal del hidrante y la autonomía de este:

- Caudal: 2.000 l/min
- Autonomía: 90 minutos

La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 5 bar cuando se están descargando los caudales indicados.

1.8.1.1.3 BIE

Siguiendo las condiciones de implantación Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, se obtiene que el **número de BIE** a instalar es **4**.

El tipo de BIE a instalar en función del nivel de riesgo intrínseco es:

- BIE DN 45 mm
- Simultaneidad de 3 BIE
- Tiempo de autonomía de 90 minutos

En el Anexo 2.1.2.3 se muestran los cálculos realizados para determinar el caudal de un BIE, para un tipo de BIE DN 45 mm:

- Factor K85
- Presión de operación: 4 bar
- Q_{BIE} : 170 l/min

Como se requiere una simultaneidad de 3, el caudal total es de 510 l/min, equivalente a 30,6 m³/h.

La distribución de cada tipo de protección contra incendios se puede consultar en el plano 2, 3 y 4 correspondientemente.

1.8.2 Tipo y condiciones de abastecimiento de agua contra incendios

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua contra incendios se ha seguido el apartado 5 de la Norma Española UNE 23500 Septiembre 2021. Versión corregida, Febrero 2022.

1.8.2.1 Tipo de abastecimiento

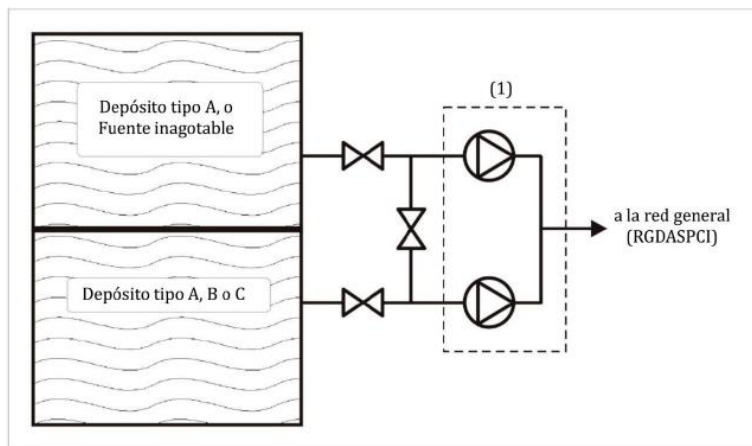
La categoría de abastecimiento de agua se determina en función de los sistemas de protección instalados: BIE, hidrantes y rociadores automáticos.

A partir de la tabla 3- Categorización de abastecimiento según sistemas instalados de la Norma UNE EN 23500 se determina que la categoría de abastecimiento es **Categoría I**.

Para una categoría I, la instalación requiere de un abastecimiento doble, a partir de la tabla 4B – Tabla 4A - Combinaciones de fuentes de agua y sistemas de impulsión y categorías resultantes se elige una combinación de fuentes de agua y/o equipos de impulsión con la categoría necesaria. En la tabla 1.2 se muestra la combinación elegida y en la figura 1.4 el esquema del tipo de abastecimiento de agua.

Tabla 1.2. Combinación de Fuente de agua y sistema de impulsión elegido.

Combinaciones de "fuentes de agua" y "sistemas de impulsión"	Figura	Categoría posible			Clase de abastecimiento
		I	II	III	
Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable + Depósito atmosférico adicional tipo A, B o C	27	X	X	X	DOBLE



Leyenda

(1) Equipo de bombeo doble

NOTA El anexo D incluye figuras más detalladas de los equipos de bombeo

Figura 1.4. Esquema del abastecimiento de agua mediante un equipo de bombeo doble aspirando de 2 depósitos atmosféricos tipo A. Extraído de la norma UNE 23500 – 2021.

El abastecimiento para un sistema combinado, en este caso un abastecimiento doble con una fuente de agua de dos depósitos atmosféricos para alimentación de bombas requiere de un equipo de impulsión automático.

Para un sistema de abastecimiento doble, el equipo de bombeo doble puede estar formado por las posibilidades que se muestran en la tabla 5 de la norma, esta se muestra en figura 1.5.

Se decide realizar la instalación de **3 bombas diésel con un 50% del caudal nominal** cada una.

Tabla 5 - Posibilidades de accionamiento de los grupos de bombeo para casos de abastecimiento superior o doble

Tipo de equipo de bombeo requerido	Nº de grupos de bombeo admitidos	Accionamiento por tipos de motores	
		Solución A	Solución B
Doble	2 (del 100% de Q_n cada uno)	1 diésel + 1 eléctrico	2 diésel
Doble	3 (del 50% de Q_n cada uno)	2 diésel + 1 eléctrico	3 diésel

Figura 1.5. Tabla 5 de la Norma UNE 23500 – 2021.

1.8.2.2 Caudal y tiempo de autonomía

Para determinar el caudal y la reserva de la sistema de abastecimiento de agua contra incendios se ha seguido el Capítulo 6. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

de la Guía Técnica de Aplicación – Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre).

En la tabla 1.3 se presentan los datos obtenidos para el diseño del abastecimiento de agua contra incendios, la reserva se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R \text{ (m}^3\text{)} = Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) \cdot \text{tiempo autonomía (h)} \quad (1)$$

Tabla 1.3. Tabla resumen de los elementos de protección contra incendios.

PCI	Caudal (m3/h)	Presión (bar)	Tiempo de autonomía (min)	Reserva (m ³)
Rociadores	532,4	5,2	90	798,7
Hidrantes	120	5	90	180
BIE	30,6	4	90	46

Al coexistir un sistema de BIE, hidrantes y rociadores se obtienen los siguientes valores de presión, caudal y reserva.

- Presión: 5,2 bar
- Caudal: 592,4 m³/h
- Reserva: 880,7 m³

Los datos obtenidos son las bases de diseño del sistema de abastecimiento de agua contra incendios.

1.8.3 Fuente de agua

Para la selección de la fuente de agua se ha seguido el apartado 4 de la Norma Española UNE 23500 Septiembre 2021. Versión corregida, Febrero 2022.

1.8.3.1 Depósito

En el apartado 1.8.2.1 se determina que el tipo abastecimiento de agua es mediante un equipo de bombeo doble aspirando de **2 depósitos atmosféricos tipo A**.

En el Anexo 2.1.3 se pueden consultar los cálculos realizados y la selección del depósito comercial.

El depósito seleccionado tiene un diámetro de 15,09 m y una altura de 7,52 m, el nivel mínimo del depósito es de 286,3 m³, equivalente al 21,3% de la capacidad del depósito y el volumen efectivo es de 880,7 m³ equivalente al 65,4% de la capacidad, dejando un 13,3% del depósito vacío. Para llevar a cabo la selección del depósito comercial se consulta la página web de Ilurco. [4].

En la figura 1.6 se muestra el esquema del depósito con sus respectivas dimensiones y capacidades.

El material del depósito es de Acero Galvanizado Z-275 en caliente por inmersión en continuo según normas UNE – EN 10346:15 / UNE – EN 10143:07, esto supone una aplicación de 275 g/m², que equivale a un espesor de Zinc de 38,5 micras.

Se utilizará un Sistema Triplex, esto es un sistema de galvanizado + doble recubrimiento epoxi.

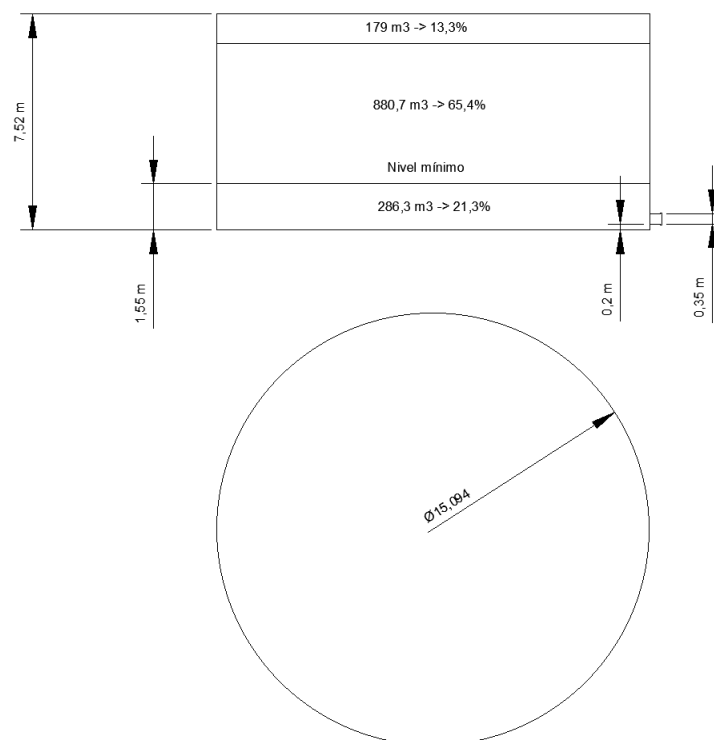


Figura 1.6. Esquema del depósito comercial con sus respectivas dimensiones y capacidades.

Accesorios

El depósito dispone de los siguientes accesorios:

- Tubo de salida de fondo, que sirve para el vaciado total del depósito.
- Cubierta metálica, soportan una sobrecarga de nieve y de montaje, así como el tránsito de personas. Cuenta con puerta de acceso.
- Rebosadero con un brida para cuando sobrepase el nivel máximo del depósito.
- Boca de hombre terminada en brida con tapa ciega practicable.
- Válvulas de flotador mecánicas.
- Manómetro específico para leer metros de columna de agua, se conecta al depósito en su parte inferior.

Características del depósito

El depósito debe cumplir con las siguientes características mínimas.

- El depósito debe tener una capacidad efectiva del 100 por 100 del volumen de agua calculado para el abastecimiento de agua.

En el apartado 8.1.1 se especifica que el depósito tiene una capacidad efectiva del 100% del volumen calculado para el sistema de abastecimiento de agua.

- El depósito debe tener una protección contra la corrosión que reduca la necesidad de vaciar el depósito por mantenimiento a períodos de no menos de 15 años.

El proveedor utiliza un recubrimiento de Iluproxi Blanco, que es un recubrimiento epoxi de alta resistencia apto para uso alimentario, se usa en depósitos de reserva contra incendios.

La durabilidad en este caso está relacionada con la adherencia del sistema de pintura al sustrato de acero galvanizado por inmersión en caliente. En el caso de que el sistema de pintura esté dañado, la capa galvanizada restante proporciona una protección adicional al acero. [5]

- En caso de reposición automática, el llenado debe ser mediante un mínimo de dos válvulas mecánicas de flotador y debe provenir de una red pública.

En los accesorios del depósito se indica que dispone de válvulas de flotador mecánicas para asegurar la entrada de agua y el corte de suministro cuando el depósito esté lleno.

- Se debe emplear obligatoriamente agua dulce no contaminada o tratada adecuadamente. Se debe incorporar filtros en la conexión de llenado.

El agua de llenado procede de red pública y hay instalado un filtro en la conexión de llenado.

- El agua debe estar protegida de la acción de la luz y de cualquier materia contaminante.

El depósito dispone de cubierta metálica que le protege de la luz del sol y de materia contaminante.

- La entrada de cualquier tubería de aportación de agua debe estar a una distancia > 2m de la tubería de aspiración.

La aportación de agua se hará mediante tubería por la parte superior del depósito en el lado opuesto a la tubería de aspiración. Esta distancia es > 2m.

1.8.3.1.1 Obra civil depósito

En la base del depósito se realiza una solera de 25 cm de alto, de bloques de hormigón ancladas al suelo con varillas transversales relleno de una capa de hormigón de 25 cm.

En el centro de la base se instala un tubo de PVC para realizar el vaciado total del depósito.

1.8.3.1.2 Mantenimiento de la instalación

La limpieza y desinfección de mantenimiento garantiza la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación. [6]

Los tratamientos se especifican en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2033 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella.

Al ser un sistema contra incendios con depósito, este tratamiento se realiza con hipoclorito sódico 150-180 mg/L. El funcionamiento del sistema es el siguiente:

- Un caudal pequeño de muestra pasa por un filtro de cartucho, aislado por dos válvulas para poder realizar el mantenimiento, del filtro de cartucho pasa a una sonda de cloro, el valor medido se puede ver en el *display*, esta activa la dosificación de hipoclorito sódico hasta alcanzar el *set point* de residual de cloro establecido.

En la figura 1.7. se muestra el sistema de control de la calidad fisicoquímica del agua.

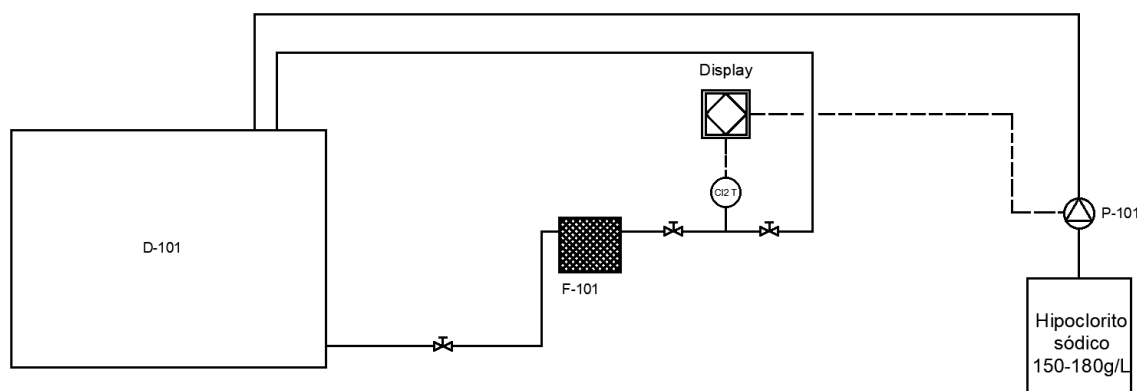


Figura 1.7. Sistema de control de la calidad fisicoquímica del agua.

Adicionalmente al sistema, se deberán realizar análisis por personal externo en laboratorios acreditados de los siguientes parámetros de control de calidad del agua:

- Temperatura: termómetro de inmersión de lectura directa – trimestral.
- Nivel de cloro residual libre: medidor de cloro libre o combinación de lectura directa o colorimétrico – trimestral
- pH: medidor de pH de lectura directa o colorimétrico: trimestral
- Legionella sp: Según Norma ISO11731 Parte1 – Mínima anual

1.8.4 Red general de distribución de agua para los sistemas de protección contra incendios (RGDASPCI)

La red RGDASPCI es de utilización exclusiva para distribuir agua a los sistemas de protección contra incendios. Se pueden conectar salidas a diferentes sistemas de protección contra incendios en base a agua, en este caso, se conectará a:

- 1 puesto de control para una red de sistema automático de extinción (Rociadores) (2 salidas de la RGDASPCI)
- 1 red de BIE (2 salidas de la RGDASPCI)
- 8 hidrantes

Se realiza una instalación en anillo, esto es debido a que hay más de 6 salidas a sistemas, hay 10 sistemas, pero la red de BIE y red de Rociadores pueden recibir agua en dos puntos diferentes de la red, siendo un total de 12 salidas a sistemas.

En el sistema de abastecimiento de agua contra incendios hay 3 grupos de bombeo (3 bombas diésel), estas deben estar conectadas a la RGDASPCI de manera independiente con válvulas de seccionamiento.

Cada sistema específico dispone de una válvula de seccionamiento para asegurar que en caso de avería de un tramo o mantenimiento de un elemento de la RGDASPCI no queden fuera de servicio más de 6 salidas. En la figura 1.8. se presenta la red en anillo de la instalación de RGDASPCI.

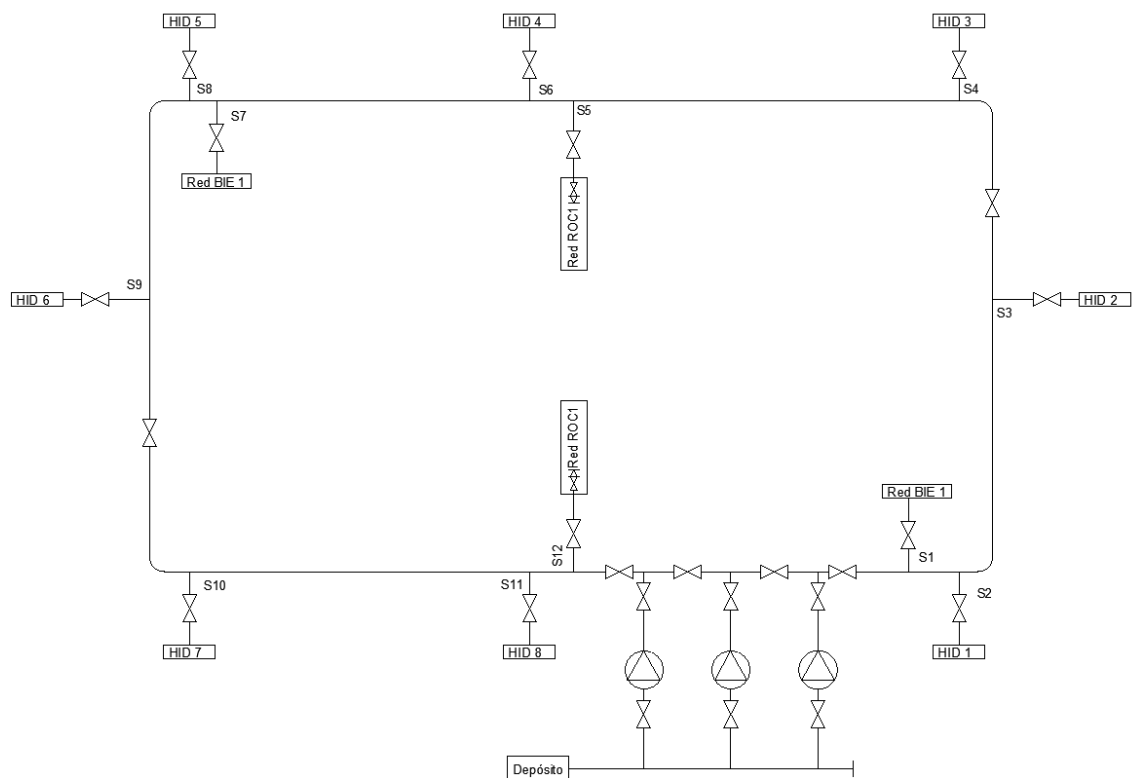


Figura 1.8. RGDASPCI en anillo normal con 3 grupos de bombeo.

1.8.4.1 Dimensionamiento de la RGDASPCI

El dimensionamiento de la RGDASPCI se lleva a cabo teniendo en cuenta estas dos condiciones especificadas en el apartado 7 de la Norma UNE 23500 -2021.

- Se debe asegurar el suministro de agua del sistema hidráulicamente más desfavorable, incluso en el caso de averías parciales que impidan el paso de flujo en el punto más crítico del trazado del anillo.
- La red en anillo debe garantizar, para averías parciales en la red que impida el paso de agua en uno de los dos lados del anillo que la presión en el punto más desfavorable no sea inferior al 80% en las condiciones de caudal de diseño.

El material seleccionado para las tuberías de la RGDASPCI, admitido por la norma, es acero galvanizado.

1.8.4.1.1 Sistema hidráulicamente más desfavorable

El sistema hidráulicamente más desfavorable se produce cuando la salida de agua hacia la Red ROC1 está fuera de servicio y la alimentación a los rociadores por S5 está fuera de servicio. En la figura 1.9 se presenta este sistema.

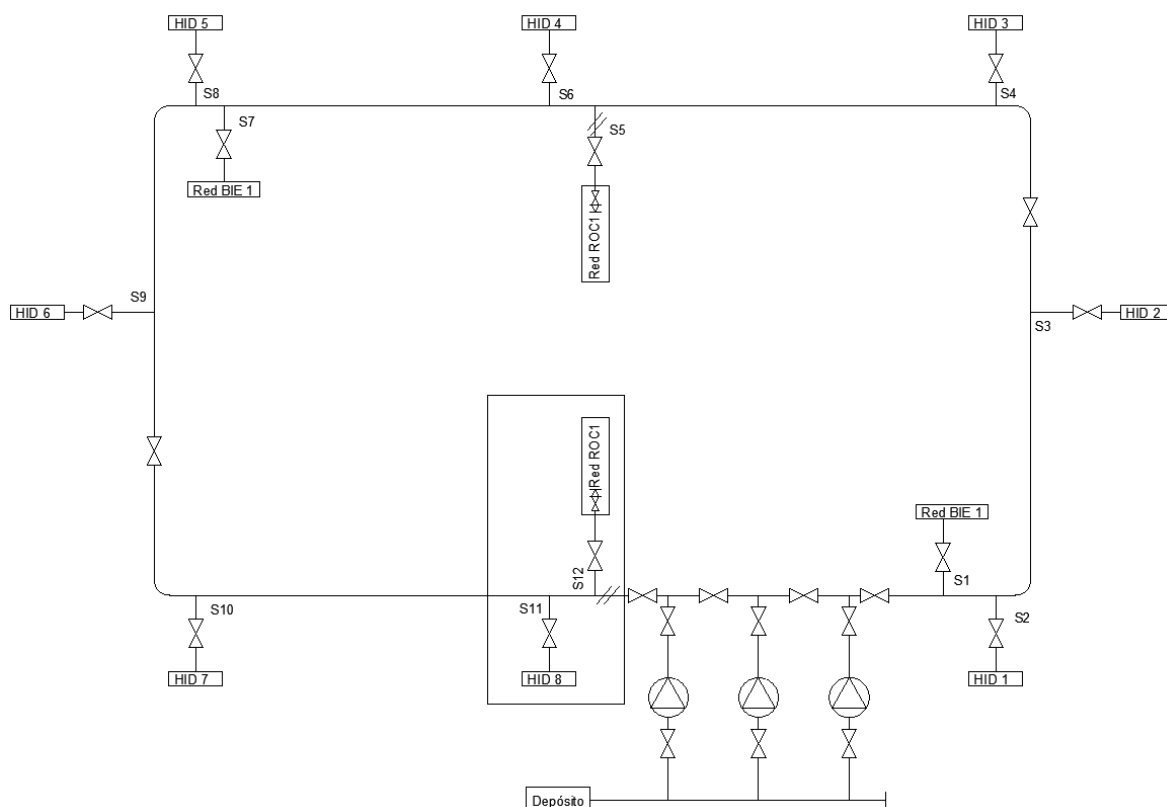


Figura 1.9. Suministro de agua hidráulicamente más desfavorable.

Para realizar el dimensionamiento de las tuberías, en la norma indica que la velocidad del agua no debe exceder:

- 6 m/s a través de cualquier válvula, dispositivo de supervisión de caudal o/y filtro.
- 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.

En la tabla 1.4. se presentan el dimensionamiento de las tuberías, en el cálculo de la línea general se ha decidido utilizar un DN250 y no un DN200 para disminuir las pérdidas de presión en la línea.

Tabla 1.4. Dimensionamiento tuberías de la RGDASPCI.

Línea	Caudal (l/min)	Velocidad (máx.)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial (mm)
General de distribución	9.874	6	186,9	250
Hidrante	2.000 ¹	10	65,15	80
Colector rociadores	8.874	10	137,2	150
Línea rociadores	1.305	6	67,9	80
Red BIE	510	10	32,9	40

¹ En la situación más desfavorable, el caudal que pasaría al hidrante es 1.000 l/min, pero se dimensiona para 2.000 l/min, que es su caudal de funcionamiento normal.

1.8.4.1.2 Cálculo pérdida de carga en tubería

El cálculo de la pérdida de carga en tubería se ha llevado a cabo con el programa *Epanet 2.0*. Para realizar la simulación, se han considerado las longitudes equivalentes de los accesorios de las tuberías, estas se han determinado a partir del apartado 13.2 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

En la tabla 1.5 se presentan los datos de caudal, diámetro y longitud equivalente con accesorios de los diferentes tramos.

Tabla 1.5. Caudal, diámetro y longitud con accesorios de los diferentes tramos.

Origen tubería	Destino tubería	Caudal (l/min)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Bombas	Punto desvío Red ROC e hidrante	9.874	250	240
Punto desvío Red ROC e hidrante	Hidrante	1.000	80	4,7
Punto desvío Red ROC e hidrante	Colector rociadores	8.874	200	7,7
Distancia entre líneas de rociadores (colector)		8.874	150	10,8
Distancia entre rociadores (línea rociadores)		1.305	80	3,7

Se han probado diferentes curvas de bombas para ver cual garantiza una presión superior al 80% en las condiciones de diseño en el punto más desfavorable cuando haya una avería parcial que impida el paso del agua en uno de los dos lados del anillo.

La presión mínima que debe haber en cualquier rociador es:

$$P_{\min} = 0,8 \cdot 5,15 = 4,12 \text{ bar}$$

La curva de la bomba que garantiza esta presión con el nivel mínima del depósito es la siguiente:

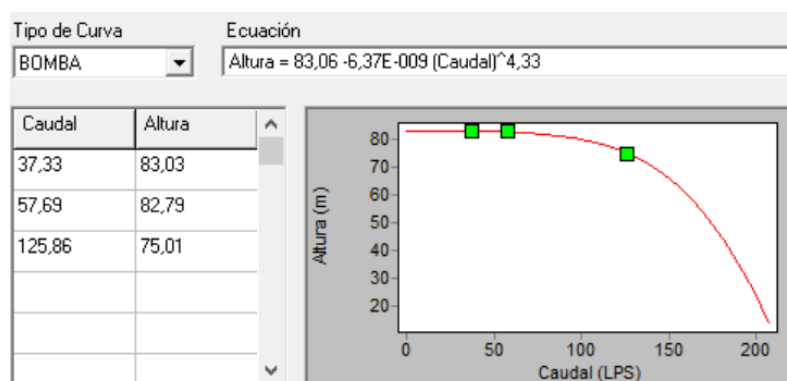


Figura 1.10. Curva de la bomba extraída de Epanet 2.0.

En la figura 1.11 se presentan los resultados obtenidos, donde se observa que la presión más baja del área es de 44,37 m.c.a que equivale a 4,35 bar, esta es superior a la presión mínima.

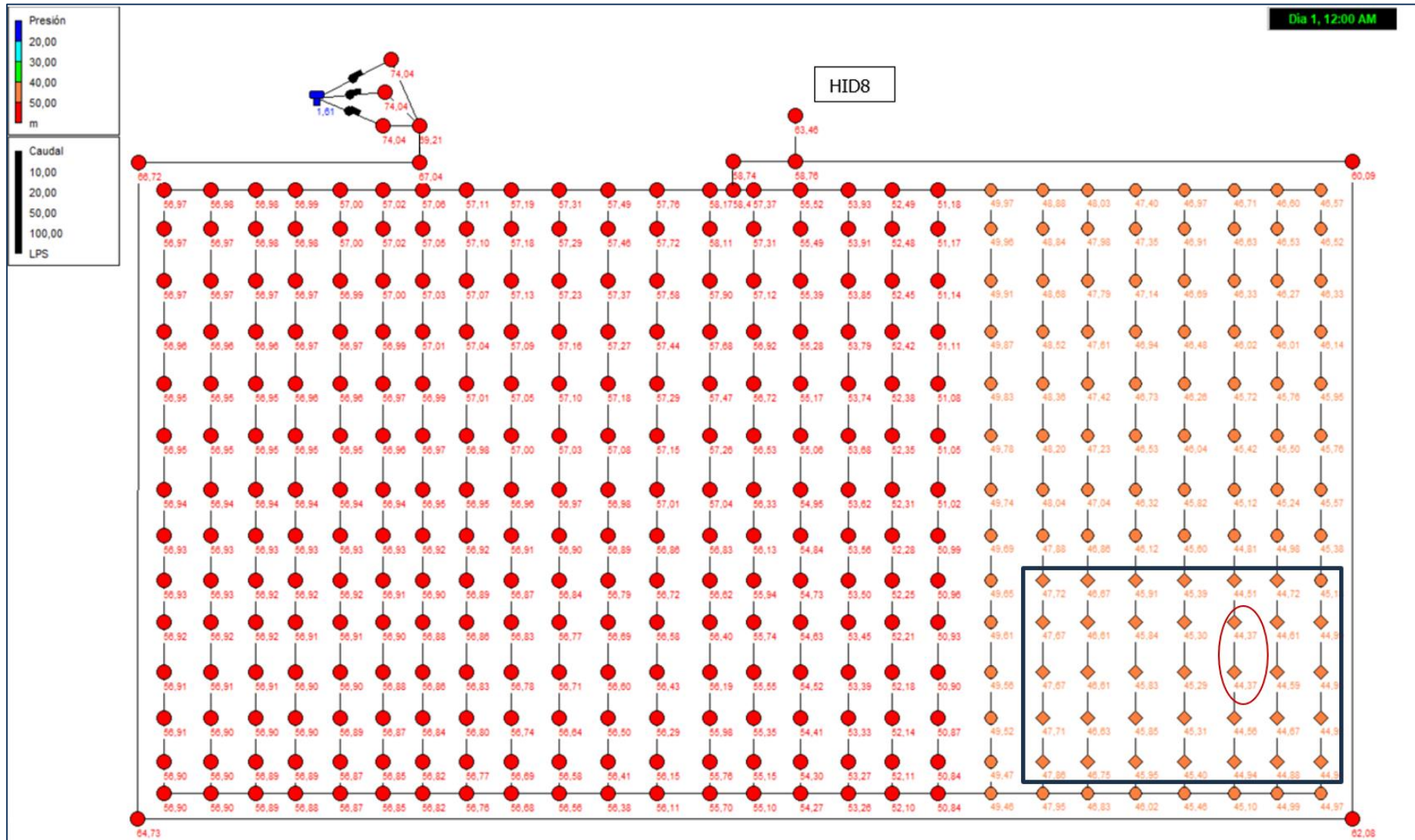


Figura 1.11. Simulación mediante el programa *Epanet 2.0* para comprobar la presión en el punto más desfavorable.

1.8.5 Sistema de impulsión

El sistema de impulsión que permite mantener las condiciones de presión y caudal requeridas correspondiente a un depósito atmosférico para alimentación de bombas, tabla 6 de la norma UNE 23500 – 2021, es un equipo de bombeo automático.

Para llevar a cabo la selección del sistema de bombeo, se ha seguido el apartado 6.5. Sistema de bombeo en un abastecimiento con un caudal nominal superior a 250 l/min.

1.8.5.1 Características constructivas

Las bombas empleadas son bombas centrífugas monocelulares de simple flujo.

Los elementos que están en contacto con el agua bombeada y están sometidos a fricción deben impedir la oxidación o corrosión de las partes móviles, las especificaciones de la norma son:

- Cuerpo de la bomba: hierro fundido
- Impulsor: bronce o acero inoxidable
- Equipada con anillo de desgaste de cuerpo y evitar el giro del anillo.
- Sellado del eje mediante empaquetadura.

En el apartado 10.2 se presenta la ficha técnica de la bomba donde se puede comprobar que cumple con las especificaciones de la norma.

1.8.5.2 Selección bomba

La presión de impulsión de la bomba es la presión nominal de la bomba (H_n), más la presión en la boca de aspiración de la bomba con sus signo (medición dinámica en condiciones mínimas de reserva de agua).

Conociendo la presión de la bomba necesaria a la salida de las bombas (figura 1.11) y la presión de la boca de aspiración (1,61 m.c.a), se determina la presión nominal (H_n) de la bomba:

$$H_n = 72,43 \text{ m. c. a}$$

Se instalan 3 bombas del 50% del caudal nominal del sistema (Q_n)

$$Q_{nb} = 296,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

En el Anexo 2.1.5.1 se pueden consultar los cálculos realizados. La selección de la bomba centrífuga se lleva a cabo mediante la página web de Grundfos [7], especificando la presión nominal de la bomba y el caudal nominal del sistema.

El modelo de bomba que proporciona las características especificadas es el **Hydro EN 125-250/237**.

En la figura 1.12 se presentan la curva característica de la bomba y la curva de potencia y NPSH para una configuración de 3 bombas en paralelo.

Una bomba es capaz de suministrar 297,1 m³/h a una altura de 72,93 m. La norma exige el grupo de bombeo debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal de la bomba a una presión no inferior al 70% de la presión nominal (P). Tal y como se observa en la curva de la bomba, esta condición se cumple.

$$140\% Q_n = 414,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} ; H_{\min} = 0,7 \cdot 72,93 = 51,1 \text{ m. c. a}$$

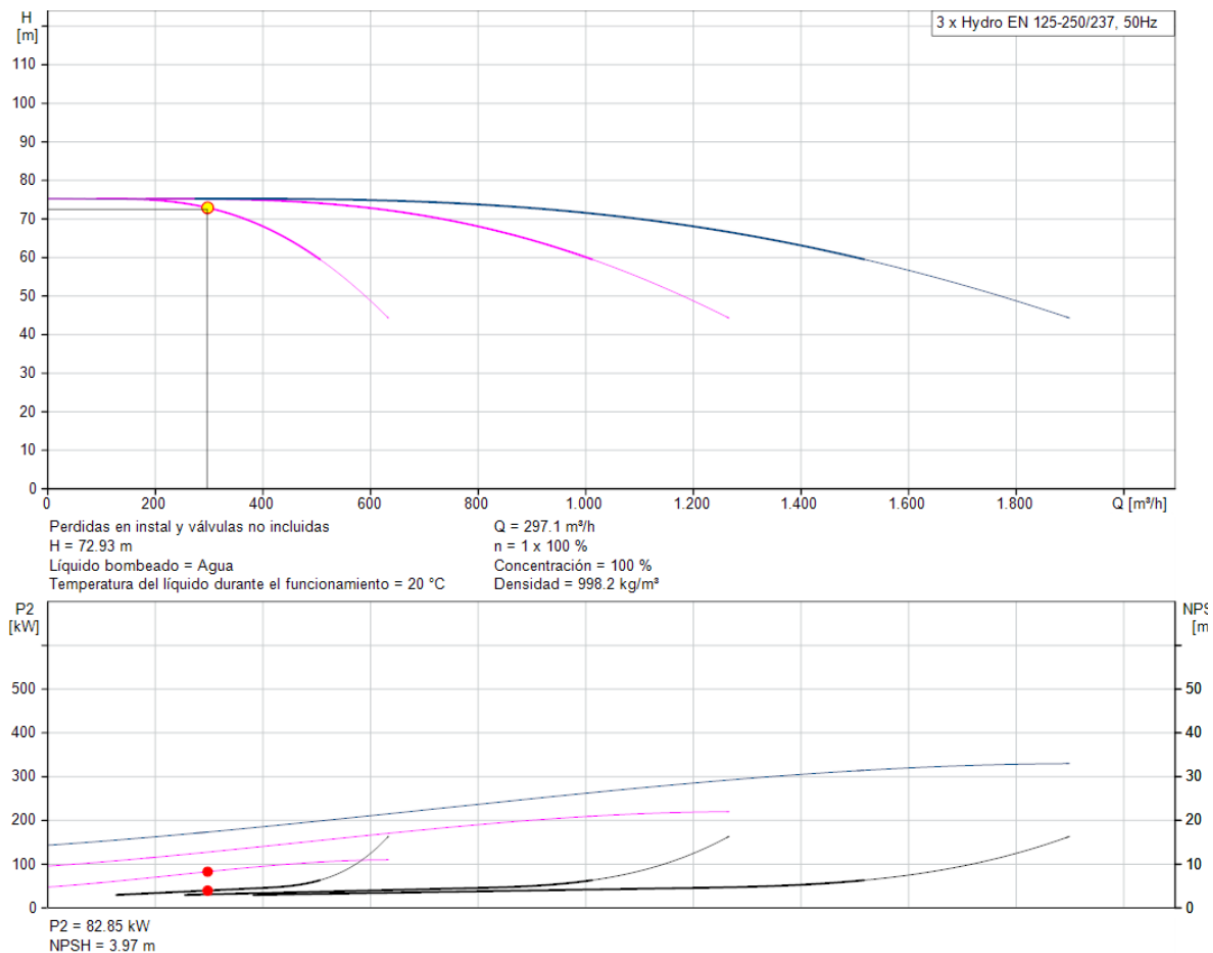


Figura 1.12. Curvas características de altura, potencia y NPSH de la bomba. Proporcionada por el fabricante Grundfos.

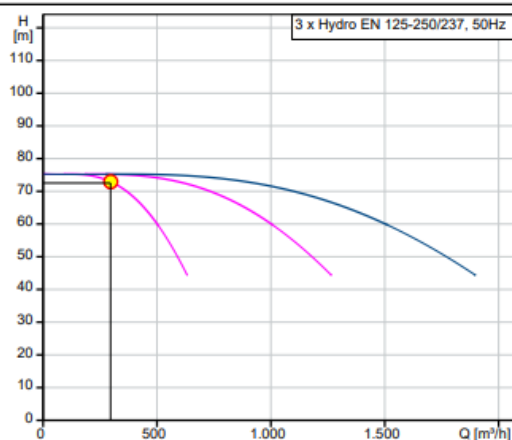
A continuación, se presentan la ficha técnica de la bomba donde se incluyen las características constructivas de la bomba que cumplen con las especificadas detalladas en el apartado 1.8.5.1.



Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

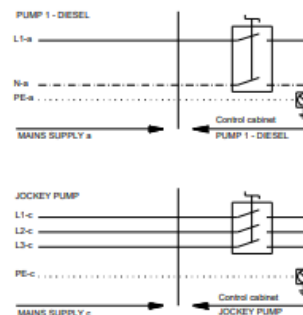
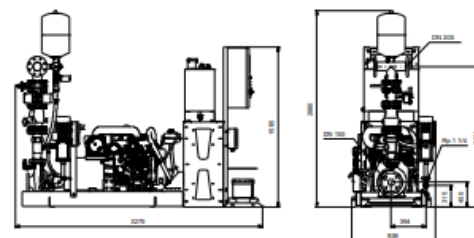
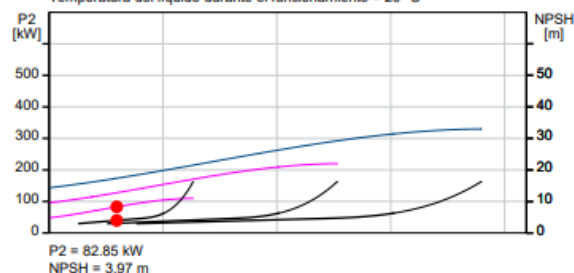
Datos: 25/08/2023

Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	Hydro EN 125-250/237 T1JS A-U2-B
Código::	99844173
Número EAN::	5713835086273
Precio:	EUR 0
Técnico:	
Caudal real calculado:	297.1 m³/h
Altura resultante de la bomba:	72.93 m
Caudal nominal del bypass de refrigeración:	9 m³/h
Diámetro nominal del impulsor:	250 mm
Homologaciones:	CE
Normativa antincendios:	EN 12845
Escape de presión inversa máx. [kPa]:	5.00 kPa
Número de bombas:	2
Bomba principal:	NKF 125-250/237
Number of diesel driven pumps:	1
Bomba jockey:	CM3-12
Nº de bombas jockeys:	1
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250
Impulsor:	Bronce
Colector:	Galvanized steel
Instalación:	
Rango de temperaturas ambientes:	10 .. 40 °C
Relative humidity:	50 %
Presión de trabajo máxima:	16 bar
Tipo de conexión de entrada:	DIN
Tipo de conexión de salida:	DIN
Tamaño de la conexión de entrada:	DN 150
Tamaño de la conexión de salida:	DN 200
Type of inlet connection for Jockey pump:	Rp
Size of inlet connection for Jockey pump:	1 1/4 inch
Toma de tierra:	PE
Elevación sobre el nivel del mar:	300 m
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 40 °C
Concentración:	100 %
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm²/s
Datos eléctricos:	
Normativa de motor:	IEC
Tipo de accionador:	Diesel engine
Frecuencia de red:	50 Hz
Motor nominal speed (w/o slip):	2990 rpm
Grado de protección (IEC 34-5):	IP54
Motor standard for Jockey pump:	IEC
Mains supply for jockey motor:	3 x 400 V
Rated power - P2 for Jockey pump:	1.5 kW
Corriente nominal para bomba jockey:	3.3 A



Q = 297.1 m³/h
n = 1 x 100 %
Concentración = 100 %
Perdidas en instal y válvulas no incluidas
Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 20 °C

H = 72.93 m
Líquido bombeado = Agua
Densidad = 998.2 kg/m³





Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 25/08/2023

Descripción	Valor
Number of poles for Jockey pump:	2
Method of start for Jockey pump:	Direct-on-line (DOL)
Datos de motor:	
Mains supply for diesel motor:	1 x 230 V
Potencia bruta de motor [kW]:	145 kW
Potencia del motor NA:	132 kW
Batería:	12 V
Tipo de refrigeración de motor:	Heat exchanger cooled
Caudal de aire de escape:	2050 m³/h
Caudal de aire de escape:	880 kg/h
Aspiración de motor:	Turbo and Charge air cooled
Radiación de calor:	15136 kcal/h
Escape de presión inversa máx. [kPa]:	5.00 kPa
Maximum exhaust temperature:	590 °C
Otros:	
Peso neto:	1210 kg
Peso bruto:	1390 kg

1.8.5.3 Grupo de bombeo diésel

En el Anexo 2.1.5.2 se detallan los requisitos de la norma de los elementos a instalar en el circuito de aspiración y el circuito de impulsión de la bomba.

La bomba tiene refrigeración directa por aire, un ventilador, accionado por el propio motor, genera un caudal de aire que se transporta al motor y garantiza la refrigeración. El calor se libera al exterior y debe extraerse de la sala.

En la figura 1.13 se presenta el diagrama de funciones del manual del fabricante Grundfos. En este caso solo aplican las partes de la bomba diésel, a partir de este diagrama se ha realizado el del grupo de bombeo de 3 bombas diésel, este se muestra en el plano 5.

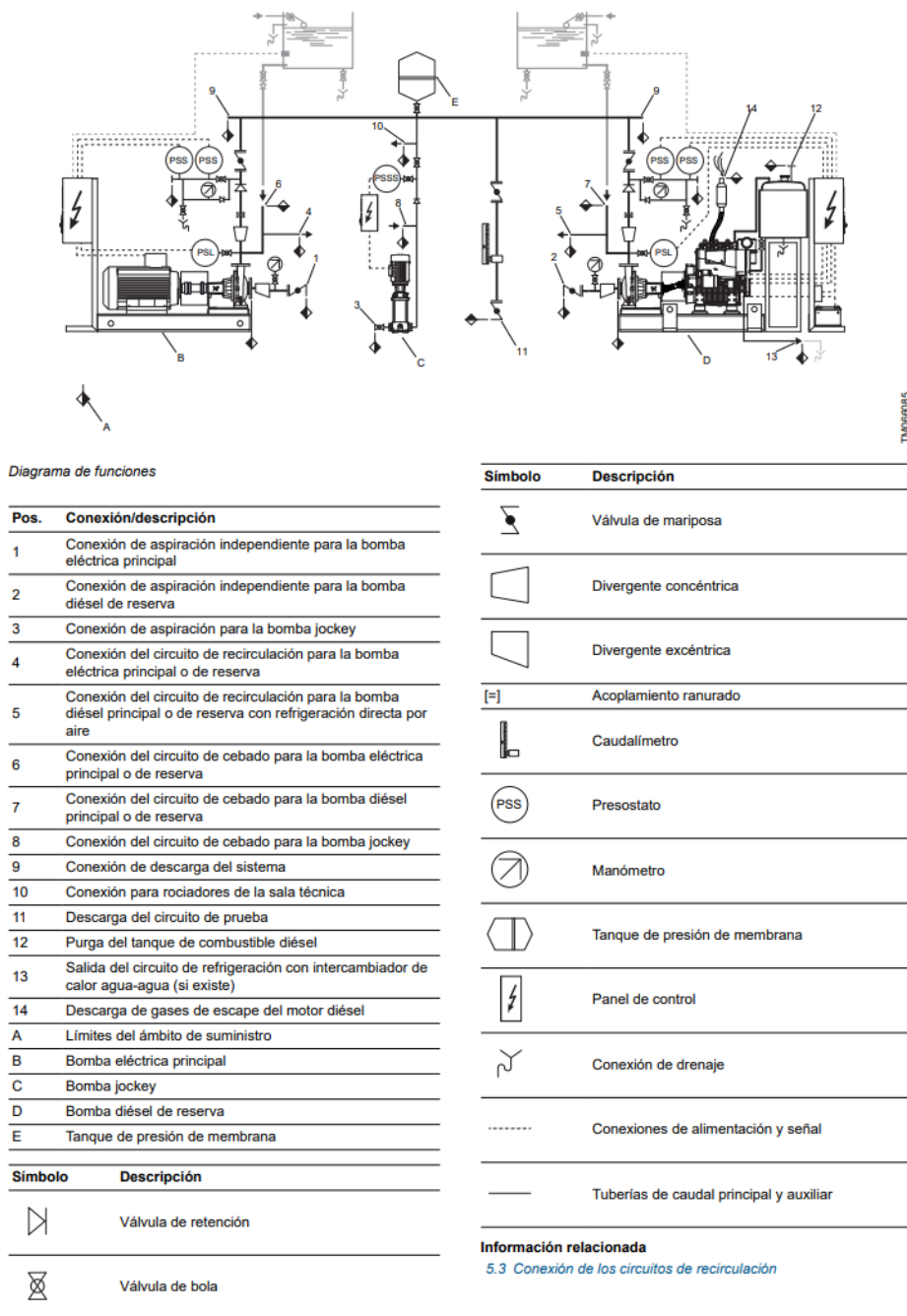


Figura 1.13. Diagrama de funciones del manual del fabricante Grundfos.

1.8.5.3.1 Arranque del grupo de bombeo

Cada grupo de bombeo principal (P-101/1) tiene instalado un sensor de presión, el primer grupo de presión debe arrancar automáticamente cuando la presión en la impulsión de la bomba cae a un valor no inferior a 0,9 Pi, Pi es la presión que hay en el colector de impulsión cuando se bombea el caudal nominal de la bomba.

El segundo grupo de bombeo (P101/2 o P101(3) se debe arrancar cuando la presión sea entre 0,4 y 0,7 bar inferior a la del grupo que arrancó previamente.

La bomba jockey P-102, sistema de mantenimiento de presión, arrancará automáticamente entre 0,4 y 0,7 bar por encima de la P-101/1 y estará parada a una presión 0,8 y 1,5 bar por encima de la presión de arranque.

La parada de la bomba jockey tiene un retardo con un temporizador entre 10 y 20s.

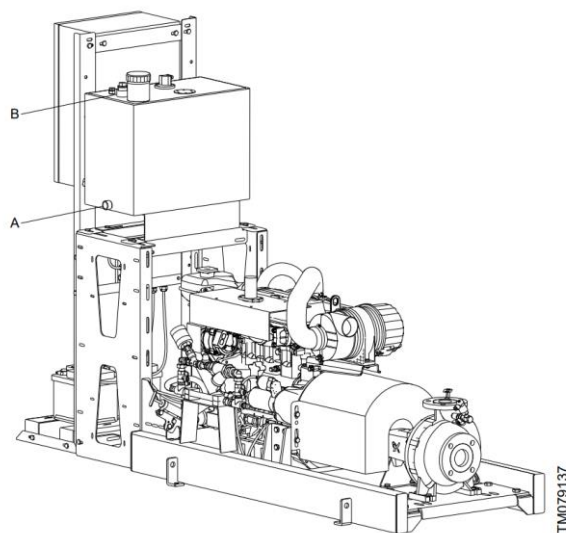
Para evitar continuos arranques y paradas de la bomba jockey, aguas debajo se instala un acumulador hidroneumático de capacidad inferior a 85 litros y timbrado a una presión superior a la que se pueda obtener cuando la bomba jockey trabaja a caudal nulo y dispone de la máxima presión de aspiración posible.

1.8.5.3.2 Tanque de combustible diésel

Cada grupo de bombeo tiene su depósito de combustible y tubería de alimentación de combustible independiente.

Este se encuentra ubicado a un nivel más alto que el de la bomba de combustible para que este se encuentre siempre en carga, pero no encima del motor.

Dispone de un indicador de nivel de combustible y una alarma de bajo nivel al llegar al 60% de su capacidad y una válvula de purga y de vaciado en la parte inferior, tal y como se muestra en la figura 1.14.



Pos.	Descripción
A	Visor de líquido
B	Conexión para tubería de purga

Figura 1.14. Bomba diésel con su tanque de combustible.²

² Extraída del manual del fabricante Grundfos.

El tanque de combustible incorpora un tanque de contención igual a la capacidad del tanque mismo, este evita que el combustible gotee si el tanque se rompe o tiene fugas.

1.8.5.3.3 Sistema de escape

El conducto de gases de escape se debe diseñar e instalar por un diseñador cualificado según la normativa local y debe cumplir con las siguientes características:

- Debe estar dispuesto de forma que permita que el gas salga al exterior directamente o a través de un tubería.
- Protegido de las condiciones climatológicas.
- Colocado de forma que no moleste a las personas ni dañe ningún equipo.
- Fabricado en acero, ser suficientemente resistente y estar perfectamente sellado.
- Instalado correctamente para que todas las piezas, incluido el silenciador, estén firmemente sujetas sin una carga adicional en el motor.
- Se requiere de un colector de condensación adecuado y un punto de drenaje.

1.8.5.3.4 Baterías y cargadores

Cada motor diésel dispone de un conjunto de dos baterías acumuladores para alimentación a los sistemas de arranque y control.

La tensión nominal de la batería es de 12 V, especificado en las características del equipo eléctrico del motor diésel.

Las baterías deben seleccionarse, utilizarse, cargarse y mantenerse de acuerdo con los requisitos de estas especificaciones y con las instrucciones del fabricante. [8]

Cada juego de baterías debe tener un cargador independiente, continuamente conectado y de funcionamiento totalmente automático. Debe ser posible retirar uno de los cargadores sin afectar la operación del otro.

Las baterías se montan sobre una bancada y los cargadores junto a las baterías. Están situados en posiciones de fácil acceso, con mínima probabilidad de contaminación por combustible, humedad o daños por vibración.

Las baterías están lo más cerca posible del motor de arranque, para minimizar la pérdida de tensión entre estas y los bornes del motor.

1.8.5.3.5 Contactos de arranque del motor diésel

Se deben instalar contactores de arranque del motor diésel en un cuadro independiente del cuadro de arranque y de control, este permite el arranque del motor diésel aun cuando el armario de control está fuera de servicio.

Está integrado por dos contactores unipolares (uno por juego de baterías) que alimenta directamente el motor de arranque, por lo que dependen de la intensidad adecuada para soportar las fuertes corrientes de circulación absorbidas durante el arranque. Está capacitado para recibir las órdenes de arranque descritas en el apartado 10.2.

Los contactores y el mando tipo seta se montan sobre un sólido soporte en las proximidades del motor de arranque y en un lugar fácilmente accesible para poder realizar las maniobras manuales que se indican.

No debe existir ningún tipo de enclavamiento entre los contactores que impida el cierre simultáneo de ambos.

1.8.5.3.6 Instrumentación

El grupo de bombeo diésel está provisto de:

- Tacómetro
- Cuenta-horas
- Termómetro de temperatura del motor
- Manómetro de presión de aceite del motor

1.8.5.3.7 Cuadros de arranque y control de bombas

Las consideraciones generales comunes en todos los cuadros de arranque y control de bombas se pueden consultar en el Anexo 2.1.5.2.4, a continuación, se presentan los cuadros de arranque y control de la bomba jockey eléctrica y el de la bomba diésel principal.

1.8.5.3.8 Panel de control bomba jockey

La bomba jockey está controlada por un panel específico que gestiona automáticamente el funcionamiento de la bomba en función del estado en un presostato de baja tensión, aislado de la red por un transformador.

El método de arranque del motor eléctrico es directo en línea (DL). Un seccionador general bloqueable con cerradura de puerta (pos. A) permite un mantenimiento seguro.

En la figura 1.15. se presenta el panel de control de la bomba jockey.

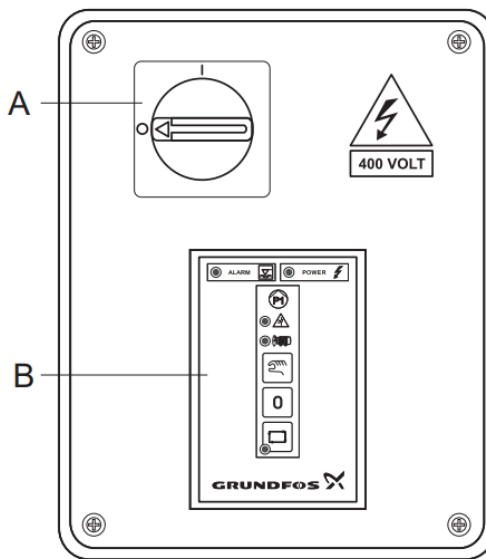


Figura 1.15. Panel de control de la bomba jockey.²

El panel tiene los siguientes componentes y funciones disponibles en la puerta:

Tabla 1.6. Componentes y funciones disponibles en la puerta.

Posición	Componente
A	Seccionador con cerradura de puerta (bloqueable)
B	Interfaz de control.

La interfaz de control (pos. B) tiene las siguientes indicaciones luminosas y teclas de acción:

- Indicador LED: suministro eléctrico presente.
- Indicador LED: bomba en funcionamiento
- Indicador LED: modo de funcionamiento automático activo
- Indicador LED: intervención de protección térmica
- Indicador LED: intervención de protección contra marcha en seco.

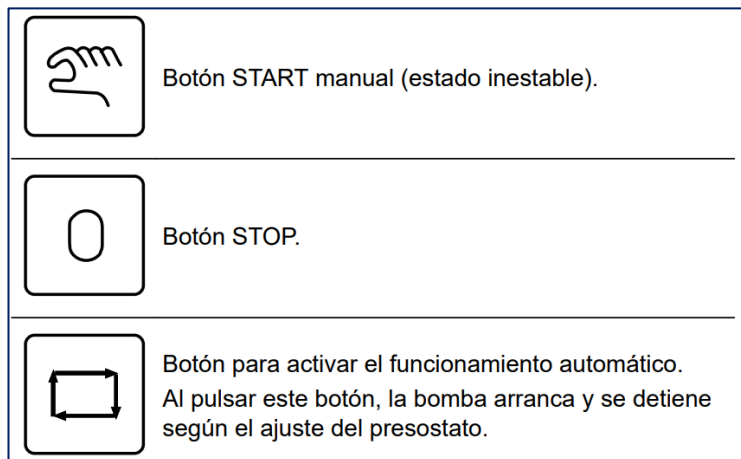


Figura 1.16. Teclas de acción de la interfaz de control (pos. B).²

Otras funciones de control y las diferentes alarmas que presenta el panel de control se encuentran en el apartado 9.1.1 de las instrucciones de instalación y funcionamiento. [8]

1.8.5.3.9 Panel de control de la bomba diésel

La bomba diésel principal se controla mediante un panel de control independiente que facilita la lectura de los instrumentos de medición y las señales desde un único punto de observación.

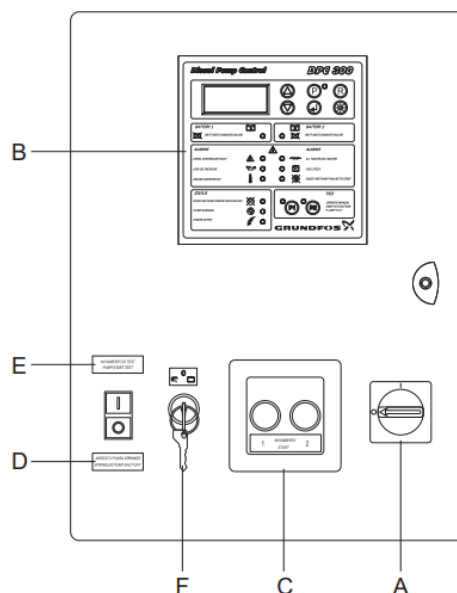


Figura 1.17. Panel de control de la bomba diésel.²

El panel tiene los siguientes componentes y funciones disponibles en la puerta:

Tabla 1.7. Componentes y funciones disponibles en la puerta.²

Posición	Componente
A	Interruptor principal, bloqueable por candado.
B	Unidad de control DPC 300 con botones, luces de advertencia y pantalla LCD multifunción.
C	Botón de arranque manual del motor con batería 1 o 2, protegido por un vidrio rompible.
D	Botón de parada manual del motor.
E	Botón de arranque de prueba del motor.
F	Ajuste de selección del modo de funcionamiento TEST -0-AUT con una llave extraíble en la posición AUT.

La interfaz dispone de un usuario disponible de una pantalla LCD retroiluminada que permite su lectura incluso cuando la sala no está bien iluminada. El estado del conjunto de bomba está siempre bajo control gracias a las señales luminosas.

Las indicaciones y sus funciones se dividen de la siguiente manera. La pantalla LCD tiene ocho parámetros en lectura simultánea:

- Estado del motor o velocidad con el motor en marcha
- Estado del ajuste de selección del modo de funcionamiento (F)
- Contador de horas de funcionamiento
- Temperatura de motor
- Presión del aceite
- Nivel de combustible diésel
- Tensión de la batería 1
- Tensión de la batería 2

En caso de alarma, se muestra la descripción de la alarma en lugar de la tensión de la batería.

Otras funciones de control y las diferentes alarmas que presenta el panel de control se encuentran en el apartado 9.1.1 de las instrucciones de instalación y funcionamiento [8]

1.8.6 Edificio del grupo de bombeo

Las características del edificio del grupo de bombeo se definen siguiendo el apartado 10.3 de la Norma UNE-EN-12845 – 2016.

El grupo de bombeo se aloja en un edificio separado, este tiene una superficie construida de 80 m².

1.8.6.1 Instalación de rociadores

Dispone de una protección contra incendios mediante rociadores automáticos, el edificio tiene un riesgo ordinario 3 (RO3), conociendo este dato y la superficie, se determina que los rociadores a instalar tienen las siguientes características:

- Densidad de diseño: 5 mm/min
- Factor K 80
- Presión mínima de descarga: 0,35 bar
- Caudal rociador (Q_r): 47,3 l/min
- Área de operación: 9 m²
- Los rociadores instalados son convencionales diseñados según Norma UNE-EN 12485 – 2016.:

Para cubrir la superficie se requiere de la instalación de 9 rociadores en el Anexo 2.1.6.1. se pueden consultar los cálculos realizados para el diseño de rociadores.

La distribución de los rociadores se lleva a cabo siguiendo la figura 2.8. definiendo las siguientes distancias:

- Pared – rociador: 2 m
- Entre rociadores del colector: 1,83 m
- Entre rociadores línea de rociadores: 2,83 m

En el plano 6 se presenta la distribución del edificio y de rociadores, además de las salidas de emergencia y ubicación de los extintores de incendio.

1.8.6.2 Ventilación

En la sala de bombas diésel se requiere de una ventilación de 50 cm²/CV, cada bomba tiene 177 CV, para las 3 bombas se requiere una superficie de ventilación de 26.550 cm². [9]

Se instalan 2 rejillas de ventilación, cada rejilla de ventilación tiene un tamaño de 100cmx135cm, siendo esto una superficie total de 27.000 cm². En el plano 7 y 8 se muestra la ubicación de las rejillas de ventilación, se han ubicado siguiendo las indicaciones del proveedor que se presentan en el anexo 2.1.6.2

1.8.6.3 Diseño estructural

El diseño estructural del edificio se ha realizado con el programa *Cype* con los módulos de cálculo *Portal Frame Generator* y *Cype 3D*.

1.8.6.3.1 Pórticos

El diseño del pórtico y el dimensionamiento de las correas de la cubierta se han llevado a cabo con el módulo de *Cype Portal Frame Generator*.

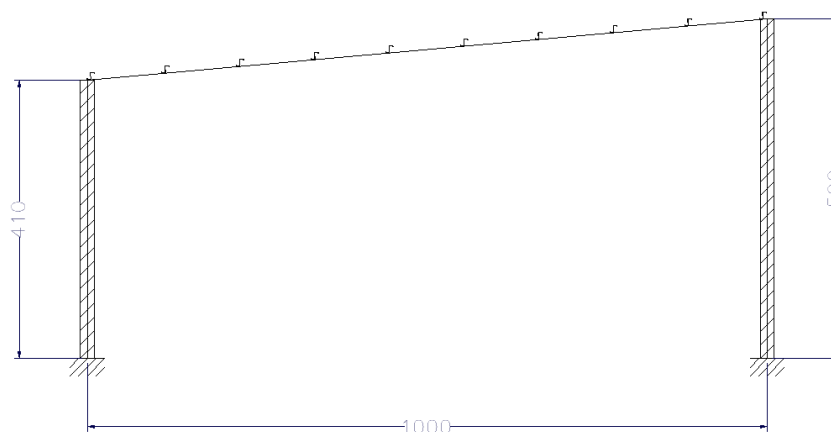
Los datos proporcionados son los siguientes:

- Separación entre pórticos: 4m
- Con cerramiento en cubierta
 - Peso del cerramiento: 0.24 kN/m²
 - Sobrecarga del cerramiento: 0.36 kN/m²
- Con cerramientos laterales
 - Peso del cerramiento: 0.12 kN/m²

Normativa

- Perfiles conformados: CTE
- Perfiles laminados: CTE
- Datos de viento y nieve: CTE DB SE-AE (España)

Para la estructura del edificio se diseña un pórtico rígido a un agua, la geometría se muestra en la figura 1.18.



Obra: PÓRTICO 2 Escala: 1/50 Separación entre pórticos (m): 4.00 Correas en cubiertas Tipo de Acero: S275 Tipo de perfil: ZF-100x2.5 Separación: 1.10 m. Número de correas: 10 Peso lineal: 45.81 kg/m
--

Figura 1.18. Geometría del pórtico.

Los datos de las correas de cubierta dimensionadas mediante el programa se presentan en la tabla 1.8, el perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones, con un aprovechamiento de 80,66%. En el anexo 2.2. se presenta el listado de pórticos donde se pueden consultar todas los cálculos y comprobaciones del programa.

Tabla 1.8. Datos de correas de cubierta

Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF-100x2.5	Límite de flecha: L/250
Separación: 1.10 m	Número de vanos: dos vanos
Tipo de acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

1.8.6.3.2 Estructura

El dimensionamiento de la estructura se ha llevado a cabo con el módulo de *Cype 3D* a partir de los datos proporcionados al *Portal Frame Generator*.

Normas consideradas

- Cimentación: EHE-08
- Aceros laminados y armados: Código Estructural
- Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles para mantenimiento. No concomitante con el resto de las acciones variables.

Estado límite

- E.L.U de rotura. Hormigón en cimentaciones
- E.L.U de rotura. Acero laminado
- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos
- CTE
- Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1.000 m

Los coeficientes utilizados por el programa se pueden consultar en el proyecto extraído del programa que se presenta en el Anexo 2.2.

Resistencia al fuego

- Norma: Código estructural
- Resistencia requerida: R60
- Revestimiento de protección: pintura intumescente
- Superficie para pintar 54.31 m²

Geometría

La geometría de la estructura se presenta en la figura 1.19. El material de elementos que forman la estructura es acero laminado S275 (UNE-EN 10025-2). Los perfiles que cumplen con todas las comprobaciones del sistema son:

- Alero izquierdo
 - Perfil HE 180 B para los pilares exteriores
 - Perfil HE 120 B para el pilar interior
- Alero derecho
 - Perfil HE 200 B para los pilares exteriores
 - Perfil HE 160 B para el pilar interior
- Vigas
 - Perfil IPE 220

Todas las comprobaciones del programa, las características mecánicas y medida de superficie de pintura intumescente se encuentran en el Anexo 2.2.

En la tabla 1.9. se presentan las vinculaciones de los diferentes nudos de la estructura. El detalle de cada tipo de unión en cada nudo se presenta en los planos del 11 al 15.

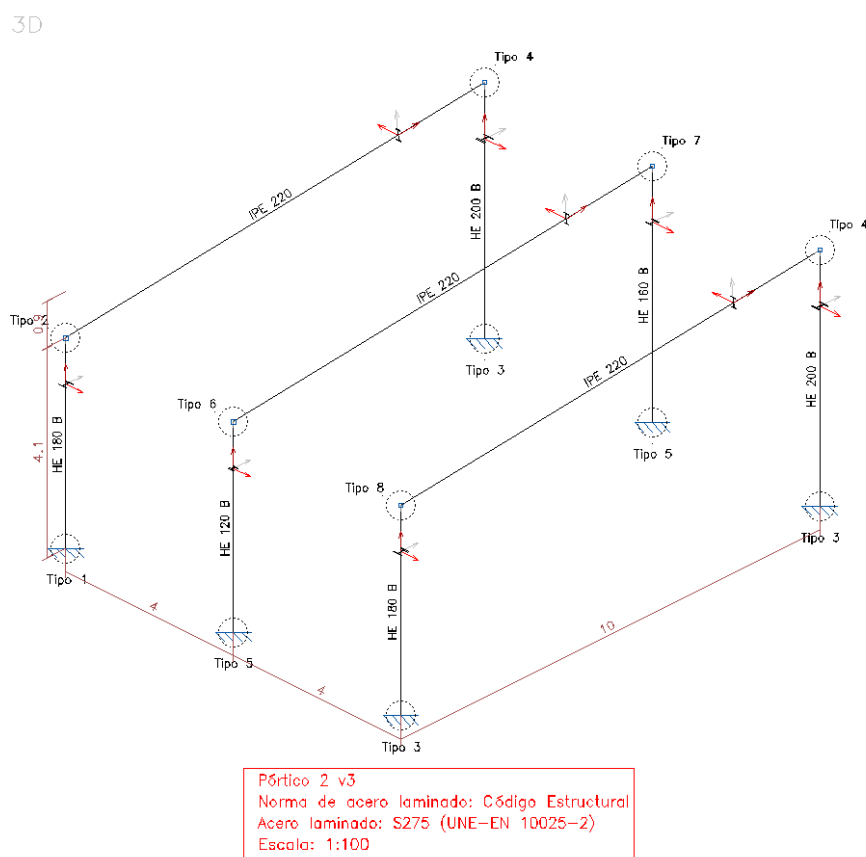


Figura 1.19. Geometría de la estructura dimensionada con *Cype 3D*.

Tabla 1.9. Coordenadas y tipo de vinculación de los nudos.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	4.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	4.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	4.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	4.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	8.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	8.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	8.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	8.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.¹

1.8.6.3.3 Cimentación

Tras realizar el diseño de la estructura se dimensiona la cimentación de esta, también se realiza con el módulo *Cype 3D*.

Las zapatas dimensionadas son rectangulares excéntricas, de dos medidas, en la tabla 1.10 se presenta la geometría y el armado de cada una. En el plano 17 se puede consultar el plano de la cimentación.

Tabla 1.10. Descripción de los elementos de cimentación aislados.

Referencias	Geometría	Armado
N3, N11, N9 y N1	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 127,5 cm Ancho inicial Y: 127,5 cm Ancho final X: 127,5 cm Ancho final Y: 127,5 cm Ancho zapata X: 255 cm Ancho zapata Y: 255 cm Canto: 55 cm	Sup X: 12Ø12c/21 Sup Y: 12Ø12c/21 Inf X: 12Ø12c/21 Inf Y: 12Ø12c/21
N7 y N5	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 112,5 cm Ancho inicial Y: 112,5 cm Ancho final X: 112,5 cm Ancho final Y: 112,5 cm Ancho zapata X: 225 cm Ancho zapata Y: 225 cm Canto: 50 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25

En la tabla 1.11 se presenta el resumen de medición de kg de acero y m³ de hormigón para realizar la cimentación. En el proyecto del Anexo 2.2. se desglosan para cada tipo de armado.

Tabla 1.11. Resumen de medición de materiales (incluyendo mermas de acero).

Elemento	B 500 S, Ys=1,15 (kg)		Hormigón (m ³)	
	Ø12		HA-25, Yc=1,5	Limpieza
Referencias: N3, N11, N9 y N1	4x112,02		4x3,58	4x0,65
Referencias: N7 y N5	2x73,48		2x2,53	2x0,51
Totales	595,04		19,37	3,61

1.8.6.3.4 Vigas

Las características de las vigas de atado de las zapatas se presentan en la tabla 1.12. y en la tabla 1.13 se presenta la tabla resumen de medición de los materiales.

Tabla 1.12. Características de las vigas de atado.

Referencia	Geometría	Armado
C [N1-N3] y C [N11-N9]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Piel: 1x2Ø20 Estribos: 1xØ8c/20
C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/20

Tabla 1.13. Resumen de medición de materiales (incluyendo mermas de acero).

Elemento	B 500 S, Ys= 1,15 (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø8	Ø20	Total	HA-25, Yc=1,5	Limpieza
C [N1-N3] y C [N11-N9]	2x22,51	2x187,51	420,04	2x1,19	2x0,30
C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]	4x5,19	4x48,61	215,20	4x0,26	4x0,06
Totales	65,78	569,46	635,24	3,41	0,85

A continuación, se muestran los planos de la cimentación de la estructura.

1.8.6.4 Instalación eléctrica

El diseño de la instalación eléctrica se lleva a cabo mediante la aplicación de CYPELEC REBT, es una aplicación diseñada para realizar el cálculo de instalaciones eléctricas en baja tensión según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar del plano 19, y cuenta con, al menos, los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnético general para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

A continuación, se detallan los elementos que componen la instalación eléctrica cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ICT) BT01 a BT52. En el Anexo 2.2 se adjunta el proyecto extraído del programa donde se pueden consultar los correspondientes cálculos.

1.8.6.4.1 Potencia total prevista para la instalación

La potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total demandada: **11.86 kW**

La potencia total demandada se distribuye tal y como se indica en la tabla 1.14, en el caso de las bombas diésel, se ha tenido en cuenta la intensidad máxima de 4 A especificada por el fabricante.

Tabla 1.14. Potencia instalada y demandada de la instalación.

Circuito	Potencia instalada (W)	Potencia demandada (W)
Iluminación	600	600
Tomas de uso general	3.000	3.000
Bomba Jockey	1.500	1.760
Motores de arranque	2.360	2.770
Reserva	3.680	3.680

1.8.6.4.2 Características de la instalación

Origen de la instalación

El origen de la instalación viene determinado por una tensión de suministro Fase-Fase de 400 V y una intensidad de cortocircuito trifásica en cabecera de 12.00 kA.

La línea de alimentación será: RZ1-K (AS) CCa-s1b,d1,a1 5(1x10).

Cuadro general de distribución

Esquema	Polaridad	P.demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes	Tipo de instalación de la canalización
Línea general de alimentación	3F+N	11,82	0,92	10,0	Interruptor general de maniobra Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA Contador Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In:25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	D1:Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Línea de alimentación a subcuadro	3F+N	0,60	0,85	10,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In:25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Línea de alimentación a subcuadro	3F+N	3,00	0,85	50,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In:25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	D1:Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

Esquema	Polaridad	P.demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes	Tipo de instalación de la canalización
Línea de alimentación a subcuadro	3F+N	1,76	0,85	10,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In:25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm
Línea de alimentación a subcuadro	F+N	2,77	0,85	10,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6) Diferencial, Selectivo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Línea de alimentación a subcuadro	3F+N	3,68	1,00	10,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

Esquema	Polaridad	P.demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes	Tipo de instalación de la canalización
Alumbrado	F+N	0,50	0,85	40,0	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Alumbrado de emergencia	F+N	0,10	0,85	40,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Tomas de corriente	3F+N	3,00	0,85	20,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Bomba jockey	3F+N	1,76	0,85	10,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

Esquema	Polaridad	P.demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes	Tipo de instalación de la canalización
P101/1	F+N	0,92	0,85	35,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC ; Batería Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
P101/2	F+N	0,92	0,85	38,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC ; Batería Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
P101/3	F+N	0,92	0,85	43,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC; Batería Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Reserva	3F+N	3,68	1,00	20,0	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(4x6) + 2(TTx6)	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm

1.8.6.4.3 Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno.

El tipo y profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,5 m. Además, en los lugares en los que exista riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de la parte superior del electrodo de 0,8 m

La instalación está alimentada por una red de distribución según el esquema de conexión a tierra TT (neutro a tierra).

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

1.8.6.4.4 Resultados

A continuación, se adjunta el apartado 14 del proyecto generado por *CYPELEC*, presentando los resultados obtenidos de los diferentes cálculos que se muestran en el Anexo 2.2.

Acometida

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Acometida	12257.16	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	19.28	55.68	0.15	0.15	Tubo 65 mm
LGA	12257.16	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	19.28	42.24	0.25	0.25	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	ICC _{máx} (A)	Pdc (kA)	ICC _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Acometida	19.28	20.00	55.68	12.00	-	3.12	-	-	-
LGA	19.28	20.00	42.24	7.67	120.00	1.76	0.09	-	-

LGA

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
LAS	600.00	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	1.02	42.24	0.01	0.26	Tubo 50 mm
LAS	3000.00	0.85	50.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.09	42.24	0.29	0.55	Tubo 50 mm
LAS	2205.88	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16)	3.75	72.00	0.02	0.27	Tubo 63 mm
LAS	3002.22	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	15.29	86.50	0.18	0.43	Tubo 50 mm
LAS	3680.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.31	42.24	0.07	0.32	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	ICC _{máx} (A)	Pdc (kA)	ICC _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
LAS	1.02	25.00	42.24	4.16	6.00	1.21	0.25	-	-
LAS	5.09	25.00	42.24	4.16	6.00	0.50	0.25	-	-
LAS	3.75	25.00	72.00	4.16	6.00	1.47	0.25	-	-
LAS	15.29	25.00	86.50	3.34	6.00	1.57	0.25	-	-
LAS	5.31	25.00	42.24	4.16	6.00	1.21	0.25	-	-

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Alumbrado	500.00	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	2.55	50.88	0.23	0.50	Tubo 50 mm
Alumbrado emergencia	100.00	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	0.51	50.88	0.05	0.31	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{cc} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Alumbrado	2.55	25.00	50.88	2.37	6.00	0.55	0.25	9.15	30
Alumbrado emergencia	0.51	6.00	50.88	2.37	6.00	0.55	0.06	9.15	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Tomas de corriente	3000.00	0.85	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.09	42.24	0.12	0.66	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{cc} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Tomas de corriente	5.09	25.00	42.24	1.18	6.00	0.38	0.25	9.12	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Bomba jockey	2205.88	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	3.75	42.24	0.04	0.31	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{cc} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Bomba jockey	3.75	25.00	42.24	3.50	6.00	1.07	0.25	9.20	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
P101/1	1154.70	0.85	35.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	86.50	0.24	0.67	Tubo 50 mm
P101/2	1154.70	0.85	38.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	86.50	0.26	0.69	Tubo 50 mm
P101/3	1154.70	0.85	43.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	78.62	0.31	0.74	Tubo 40 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{cc} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
P101/1	5.88	6.00	86.50	2.78	6.00	0.92	0.06	9.18	30
P101/2	5.88	6.00	86.50	2.78	6.00	0.88	0.06	9.18	30
P101/3	5.88	6.00	78.62	2.78	6.00	0.83	0.06	9.18	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU _{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Reserva	3680.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(4x6) + 2(TTx6)	5.31	71.81	0.07	0.40	Tubo 63 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _{cc} ^{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Reserva	5.31	25.00	71.81	2.78	6.00	0.89	0.25	9.19	30

1.8.7 Conclusiones

Las protecciones contra incendios que se deben instalar y requieren de abastecimiento de agua son: rociadores, hidrantes y BIEs. La reserva de agua y las características del grupo de presión del sistema de abastecimiento de agua para la coexistencia de estos 3 elementos viene definida por la Norma UNE-En 12845 – 2016.

El equipo de impulsión está formado por 3 bombas diésel a un 50% del caudal nominal de abastecimiento, cada bomba es capaz de abastecer 296,2 m³/h a una presión de 72,43 m.c.a (7,10 bar).

El modelo de bomba seleccionado es el Hydro EN 125-250/237 de Grundfos, son capaces de suministrar el caudal necesario a una presión superior a 42 m.c.a (4,12 bar) en la situación más desfavorable.

El sistema de abastecimiento es de clase doble, por tanto, se requiere de la instalación de dos depósitos tipo A, con una capacidad de 1.346 m³ cada uno.

El edificio del grupo de presión está dotado de protección contra incendios mediante rociadores automáticos, tiene ubicados dos extintores, uno en cada salida de emergencia y ventilación mediante rejilla para la renovación de aire de la sala.

El edificio del grupo de presión tiene una superficie de 80 m², la estructura está compuesta por 6 pilares, el alero izquierdo, los pilares exteriores HE 180 B y el pilar intermedio HE 120 B, el alero derecho, los pilares exteriores perfil HE 200 B y el pilar interior HE 160. También tiene 3 vigas todas de perfil IPE 220. Las paredes de la estructura son de hormigón prefabricado.

Cada pilar tiene una zapata, todas son rectangulares excéntricas, las zapatas de los pilares exteriores son de 255x255x55 cm con un armado 12Ø12c/21 y los pilares interiores de 255x255x50 cm con un armado 9Ø12c/25.

Las vigas de atado son de 40x40 con un armado de 2Ø20 y un estribo 1xØ8c/20.

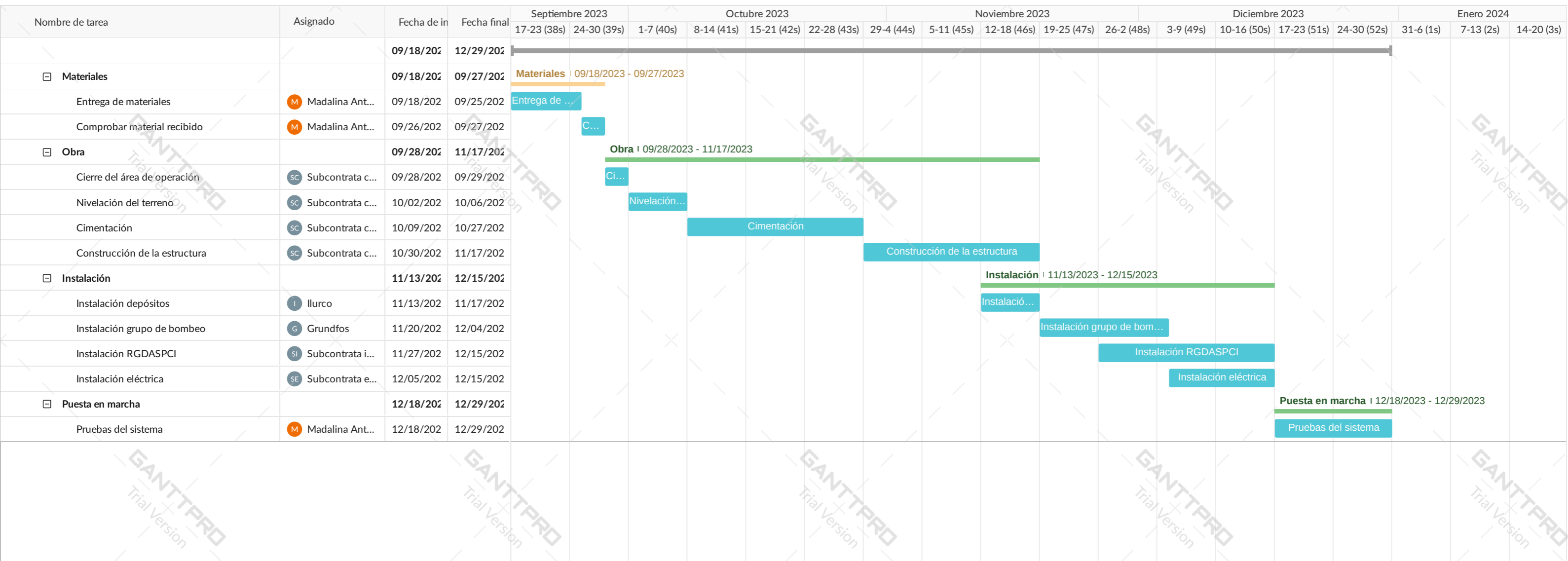
Todos los dimensionamiento de la estructura cumplen con las comprobaciones de la normativa correspondiente, se ha comprobado con el programa *Cype 3D*.

La instalación eléctrica tiene una potencia demandada de 11,86 kW, con una potencia calculada de 12,26 kW. En caso de instalar bombas eléctricas esta potencia sería muy superior. El consumo eléctrico de la sala es para alumbrado, alumbrado de emergencia, tomas de corriente, bomba jockey, cargadores de baterías de bombas diésel y una reserva en caso de futuras ampliaciones.

La inversión del sistema de abastecimiento de agua contra incendios asciende a un total de **385.944€**, no tiene retorno ya que no es una mejora de proceso, si no un requerimiento legal.

1.9 Planificación

En el gráfico que se muestra a continuación se presenta la planificación en un diagrama de Gantt. El proyecto empieza el 18 de septiembre y tiene fecha prevista de fin el 29 de diciembre.



1.10 Orden de prioridad entre documentos

Se sigue el orden de prioridad que indica la norma UNE 157001.

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

2 Anexos

2.1 Cálculos

2.1.1 Carga de fuego

En la nave se almacenan balas de papel recuperado para su posterior transporte, las balas tienen una altura de 1,1 m, se apilan a cinco alturas y un ancho de 1,2 m. El peso máximo de apilado son 750 Tm [3], sabiendo que el peso de una bala es de aprox. 600 kg, en 5 balas hay 3.000 kg, esto permite apilar en la base, 250 balas a 5 alturas, en total 1.250 balas/apilado.

Dejando un espacio de 2 m entre apilados, en total hay 5.500 balas y una superficie ocupada de 1.452 m².

Considerando estos 3 elementos se calcula la carga de fuego para actividades de almacenamiento, ecuación 3.1 extraída del ANEXO I. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.

$$Q_s = \frac{\sum_i^1 q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a \left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \right) \quad (2)$$

Donde:

Q_s es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m².

q_{vi} es la carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³.

C_i es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

h_i es la altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i es la superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

A es la superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

R_a es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

La superficie del almacén, edificio tipo C, es de 2700 m², y la ocupación del almacén es de aproximadamente el 55%, esto equivale a 1.452 m² ocupados. Los datos utilizados para obtener la carga de fuego se presentan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Datos utilizados para el cálculo de la carga de fuego.

Parámetro	Papel, residuo
q_{vi} (MJ/m ³)	2.100
C_i	1,3
h_i (m)	5,5
s_i (m ²)	1.452
A (m ²)	2.700
R_a	2

A partir de los datos mostrados en la tabla 2.1. se obtiene que el valor de la carga de fuego es:

$$Q_s = 16.149 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$$

A partir de este valor se determina el nivel de riesgo intrínseco de la nave, tal y como se observa en la figura 2.1. el nivel de riesgo intrínseco es **Alto - 8**.

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	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Figura 2.1. Clasificación del nivel de riesgo intrínseco del área de incendio.

2.1.2 Instalación de protección contra incendios

siguiendo la Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre), se definen las protecciones contra incendios que se deben instalar, estas se presentan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Instalación de protecciones contra incendios necesarias.

Instalación PCI	Si/No	Justificación
Sistema automático de detección de incendio	Sí	Actividad de almacenamiento en un edificio tipo C, riesgo intrínseco alto y superficie total construida superior a 800 m ² .
Sistema manual de alarma de incendio	Sí	Actividad de almacenamiento superficie total construida igual o superior a 800 m ² .
Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	Sí	Se necesita para dar servicio a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados.
Sistemas de comunicación de alarma	No	La superficie total construida no es superior a los 10.000 m ² .
Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	Sí	Se necesita para dar servicio a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados.
Sistemas de hidrantes exteriores	Sí	A partir de la tabla 3.1. de la Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimiento industriales con una configuración tipo C y una superficie igual o superior a 2.000 m ² y un riesgo intrínseco alto.
Extintores de incendio	Sí	La norma establece que se deben instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.
Sistemas de bocas de incendio equipadas	Sí	La nave es un edificio de tipo C con un riesgo intrínseco alto y la superficie total construida es superior a 500 m ² .
Sistemas de columna seca	No	Toda la nave se encuentra en la planta baja.
Sistemas de rociadores automáticos de agua	Sí	En la nave se desarrollan actividades de almacenamiento y está ubicado en un edificio tipo C, con un riesgo intrínseco alto y la superficie total construida es superior a 1.000 m ² .
Sistemas de agua pulverizada	No	No se necesitan refrigerar partes de la nave para asegurar la estabilidad de la estructura, y evitar efecto del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Instalación PCI	Si/No	Justificación
Sistemas de espuma física	No	La actividad no está regulada por ninguna normativa sectorial que requiera de este tipo de instalación.
Sistemas de extinción por polvo	No	La actividad no está regulada por ninguna normativa sectorial que requiera de este tipo de instalación.
Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos	No	La actividad no está regulada por ninguna normativa sectorial que requiera de este tipo de instalación.
Sistema de alumbrado	Sí	Edificio situado en la planta baja sobre rasante, tiene 15 empleados y riesgo intrínseco alto.

En el apartado 6.2. se resumen las protecciones contra incendios que se van a diseñar debido a que el alcance del proyecto se centra en las que requieren de abastecimiento de agua contra incendios.

2.1.2.1 Diseño de rociadores de agua automáticos

El diseño del sistema de rociadores de agua automáticos se determina en función de la configuración del almacenamiento y la clasificación de actividades y riesgo de incendio.

2.1.2.1.1 Configuración del almacenamiento

La configuración del almacén de bobinas de papel tisú es almacenamiento libre (ST1) apilado a doble altura, a continuación, se muestra una imagen de los tipos de configuración.

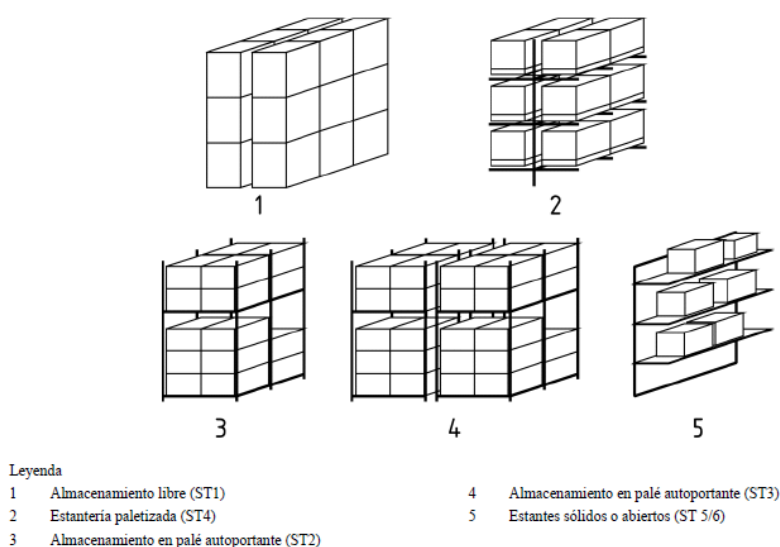


Figura 2.2. Configuración de almacenamiento.

2.1.2.1.2 Categoría de almacenamiento

La categoría de almacenamiento se extrae de la tabla C1 del Anexo C (Normativo) – Listado alfabético de productos almacenados y categorías. A continuación, se presenta la parte de la tabla donde se indica la categoría del producto almacenado.

Producto	Categoría	Comentarios
Yute	II	–
Géneros de punto	II	Véase Ropa
Tablero laminado	II	–
Artículos de piel	II	–
Tela de lino	II	–
Linóleo	III	–
Cerillas	III	–
Colchones	IV	Con plástico expandido
Colchones	II	Distintos de los de plástico expandido
Carne	II	Refrigerada o congelada
Artículos metálicos	I	–
Leche en polvo	II	En bolsas o en sacos
Material de oficina	III	–
Pinturas	I	A base de agua
Papel	II	Hojas almacenadas horizontalmente
Papel	III	Masa < 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel seda), rollos almacenados horizontalmente
Papel	IV	Masa < 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel tisú), rollos almacenados verticalmente
Papel	III	Masa ≥ 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel de periódico), rollos almacenados verticalmente
Papel	II	Masa ≥ 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel de periódico), rollos almacenados horizontalmente
Papel, bituminado	III	–
Pulpa de papel	II	En rollos o en balas
Papel, residuo	III	Podrían ser necesarias medidas especiales, tales como un área de operación aumentada
Almohadas	II	De pluma o plumón
Trapos	II	Sueltos o embalados
Resinas	III	Excluyendo líquidos inflamables
Filtro para techos en rollos	II	Almacenamiento horizontal
Filtro para techos en rollos	III	Almacenamiento vertical
Cuerda sintética	II	–
Zapatos	II	≤ 5% de masa de plástico
Zapatos	III	Con plástico > 5% de masa
Jabón, soluble en agua	II	–
Alcohol	I	≤ 20% de grado alcohólico

Figura 2.3. Parte de la tabla C1.

2.1.2.1.3 Riesgo Extra, Almacenamiento – REA

Para realizar el diseño de rociadores para un REA se sigue el apartado 7.2. de la norma UNE-EN_12845 – 2016.

Debido a que el tipo de almacenamiento es ST1, se decide instalar protección solo en cubierta o techo, para determinar los criterios de diseño para REA con protección solo en cubierta o techo se consulta la tabla 4 de la norma. A continuación, se la parte de la tabla correspondiente a la configuración de almacenamiento ST1:

Tabla 4 – Criterios de diseño para REA con protección sólo en cubierta o techo

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA)] m²	
	m						
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV			
ST1 Libre o en bloques	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260	
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0		
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5		
			6,7	4,7	2,7		15,0
			7,5	5,2	3,0		17,5
			5,7	3,3	20,0		300
			6,3	3,6	22,5		
			6,7	3,8	25,0		
			7,2	4,1	27,5		
				4,4	30,0		

Figura 2.4. Parte de la tabla 4 de la norma UNE-EN 12845 – 2016 correspondiente a configuración de almacenamiento ST1.

2.1.2.1.4 Selección del rociador

Los rociadores que se deben instalar vienen definidos en la tabla 37a de la norma en función de la clase de riesgo y la densidad de diseño, en la figura 2.5 se presenta la tabla.

Tabla 37a – Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	≤ 10	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	> 10	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Figura 2.5. Tabla 37 a de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

Para un REA con rociadores de techo y una densidad de diseño superior a 10 mm/min se selecciona:

- Rociador convencional
- Factor K115

La presión mínima de descarga en REA para rociadores en techo es de 0,5 bar y el diámetro mínimo del tubo debe ser de 25 mm.

El rociador se debe escoger con una clasificación de temperatura cercana pero no menor que 30°C por encima de la temperatura ambiente más alta prevista. Para ello, se sigue la tabla 37b, que se muestra en la figura 2.6.

Tabla 37b – Código de colores para rociadores

Rociadores de ampolla de vidrio		Rociadores de fusible	
Temperatura de funcionamiento nominal	Código de color del líquido	Temperatura de funcionamiento nominal dentro del intervalo	Código de color de los brazos de la horquilla
°C		°C	
57	naranja	57 a 77	sin color
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul
93	verde	163 a 191	rojo
100	verde	204 a 246	verde
121	azul	260 a 302	naranja
141	azul	320 a 343	negro
163	malva		
182	malva		
204	negro		
227	negro		
260	negro		
286	negro		
343	negro		

Figura 2.6. Tabla 37b de la Norma UNE-EN 12845.

El rociador seleccionado es de ampolla de vidrio con una temperatura de funcionamiento nominal de 68°C, esto corresponde a un código de color del líquido **rojo**.

2.1.2.1.5 Diseño de rociadores

En función de la densidad de diseño se obtiene el caudal de operación de un rociador para cubrir un área de 9 m².

$$Q_r = \text{densidad de diseño} \cdot \text{área} \tag{3}$$

$$Q_r = 20 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \cdot 9 \text{ m}^2 = 261 \text{ l/min}$$

Para este caudal se calcula la presión de descarga del rociador:

$$Q_r = K \cdot \sqrt{P} = P = \left(\frac{Q_r}{K}\right)^2 \tag{4}$$

$$P = \left(\frac{261}{115}\right)^2 = 5,15 \text{ bar}$$

Este valor se comprueba mediante la gráfica de un rociador comercial, tal y como se presenta en la figura 2.7, este valor coincide.

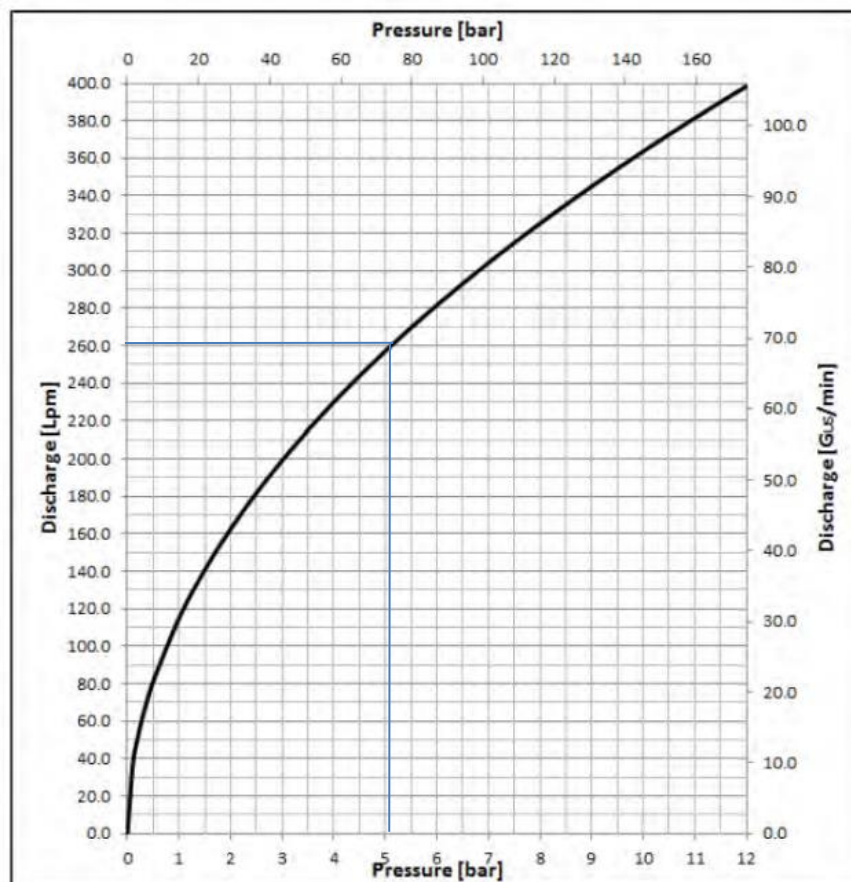


Figura 2.7. Caudal de descarga del rociador en función de la presión. [10]

El área de operación es de 300 m², el número de rociadores necesarios para cubrirla se determina por el área de operación de un rociador.

$$n^{\circ}_r = \frac{A_{op}}{A_{rociador}} \tag{5}$$

$$n^{\circ}_r = \frac{300}{9} = 33,3 = 34 \text{ rociadores}$$

Conociendo el número de rociadores de un área de operación se calcula el caudal total de funcionamiento:

$$Q_{A_{op}} = n^{\circ}_r \cdot Q_r \tag{6}$$

$$Q_{A_{op}} = 34 \cdot 261 = 8.874 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

2.1.2.1.6 Distribución rociadores

Para cubrir los 2.700 m² de la nave se requieren de 9 áreas de operación, esto corresponde a 306 rociadores.

La distribución de los rociadores en el almacén se hace siguiendo el apartado 12.2 Superficie máxima de cobertura por rociador.

En la figura 2.8 se presentan las dos configuraciones posibles y las distancias entre rociadores y pared en función de la clase de riesgo.

12.2 Superficie máxima de cobertura por rociador

La superficie máxima de cobertura por rociador se debe determinar de acuerdo con la tabla 19 para rociadores diferentes de los rociadores de pared, y en la tabla 20 para rociadores de pared.

NOTA La figura 8 se dan ejemplos donde las dimensiones S y D son la distancia entre rociadores en planos opuestos.

Tabla 19 – Cobertura máxima y separación para rociadores diferentes de los de pared

Clase de riesgo	Superficie máxima por rociador m ²	Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m		
		Distribución normal	Distribución al tresbolillo	
		S y D	S	D
RL	21,0	4,6	4,6	4,6
RO	12,0	4,0	4,6	4,0
REP y REA	9,0	3,7	3,7	3,7

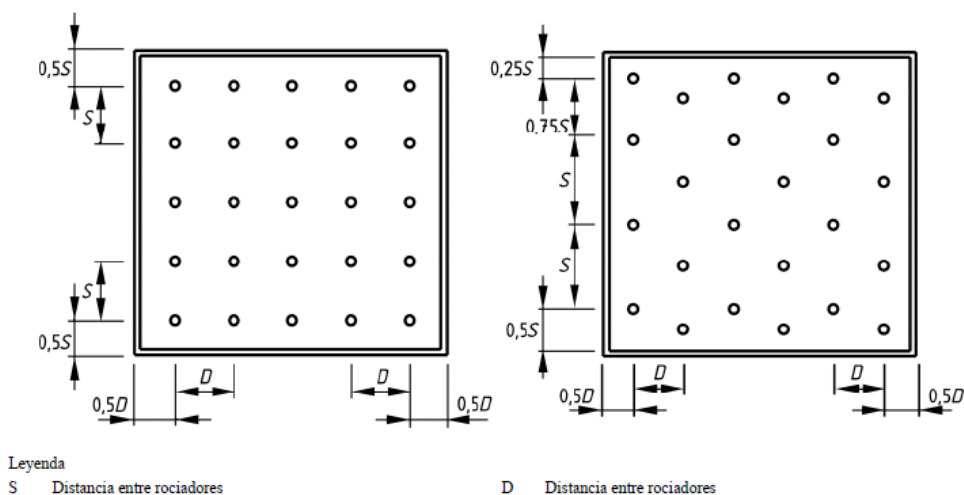


Figura 8 – Separación para rociadores de techo

Figura 2.8. Tabla y figura seguida para realizar la distribución de los rociadores.

Se realiza la instalación según la distribución de la izquierda, dejando una distancia de $0,5D$ y $0,5S$ de las paredes, en cambio, la distancia horizontal entre rociadores es de $3,7$ m y verticalmente de $2,23$ m, siendo el área de operación rectangular, especificado en la norma UNE EN 12845 – 2016, con las medidas especificadas se obtiene un área de operación de $8,25$ m².

Siguiendo la separación máxima permitida para la distribución se obtiene que se requiere de la instalación total de **312 rociadores**.

2.1.2.1.7 Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar automáticamente al menos las condiciones requeridas de presión/caudal del sistema, como mínima cada abastecimiento de agua debe tener capacidad suficiente para una duración de 90 minutos para un REA.

2.1.2.2 Hidrantes

2.1.2.2.1 Implantación

Para determinar el número de hidrantes a instalar se deben cumplir las siguientes condiciones de implantación, extraídas del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

- Cada hidrante debe cubrir una zona de 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 protegida, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos 5 m.

Respetando las condiciones de implantación se determina que se necesitan 8 hidrantes para cubrir el área exterior del almacén, considerando la distancia de 5 m a la fachada.

2.1.2.2.2 Autonomía

La necesidad de agua para hidrantes se obtiene del apartado 7.3. Caudal requerido y autonomía, en la figura 2.9 se presenta la tabla utilizada extraída del Capítulo 6. Sistemas de hidrantes exteriores – Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre).

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)
A	500	30	1000	60		
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Figura 2.9. Necesidades de agua para hidrantes exteriores.

Tal y como se muestra en la figura 2.9, al ser una configuración de edificio tipo C y un nivel de riesgo intrínseco alto, se requiere de un hidrante con:

- Caudal: 2.000 l/min
- Autonomía: 90 minutos

La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 5 bar cuando se están descargando los caudales indicados.

2.1.2.3 Bocas de incendio equipadas para lucha contra incendios (BIE)

2.1.2.3.1 Implantación

Las condiciones de implantación de las BIE se extraen del Anexo I del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

Las BIE se deben montar sobre un soporte rígido, de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situados, como máximo, a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50m. La distancia desde cualquier punto del área protegida hasta la BIE más próxima no deberá exceder el radio de acción de esta, para una manguera semirrígida de 45 mm, su radio de acción es la longitud de la manguera + 5 metros. En este caso, para una manguera semirrígida de 45 mm, el radio de acción es de 35 m.

Siguiendo las condiciones de implantación mencionadas anteriormente, se obtiene que el número de BIE a instalar es 4.

2.1.2.3.2 Tipo de BIE y autonomía

El tipo de BIE y la necesidad de agua se obtiene del apartado 9.2. Tipo de BIE y necesidades de agua – Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre), en la figura 2.10. se presenta la tabla.

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

Figura 2.10. Tabla para determinar el tipo de BIE y la necesidad de agua.

El tipo de BIE a instalar en función del nivel de riesgo intrínseco es:

- BIE DN 45 mm
- Simultaneidad de 3 BIE
- Tiempo de autonomía de 90 minutos

2.1.2.3.3 Diseño

Para un tipo de BIE DN 45 mm el diámetro equivalente mínimo es de 13 mm, este corresponde a una constante hidráulica (K) mínima 85.

Se determina que la presión de operación es de 4 bar, a partir de estos datos se calcula el caudal (Q_{BIE}) en l/min.

$$Q_{BIE} = K \cdot \sqrt{P} \quad (7)$$

$$Q_{BIE} = 85 \cdot \sqrt{4} = 170 \text{ l/min}$$

Como se requiere una simultaneidad de 3, el caudal total es de 510 l/min, equivalente a 30,6 m³/h.

2.1.3 Depósito

En el apartado 7.2 se calcula el volumen mínimo que debe tener el depósito para abastecer los sistemas contra incendios, este es de 881 m³.

2.1.3.1 Volumen mínimo

Para un depósito de capacidad total, debe tener una capacidad efectiva igual o superior a 881 m³.

La capacidad efectiva se debe calcular considerando la diferencia entre el nivel normal del agua y el nivel más bajo efectivo.

2.1.3.2 Depósitos atmosféricos: capacidad efectiva y dimensiones de foso de aspiración

El depósito es cilíndrico, sin foso y sin codo en la tubería, con una única toma de agua que va a un colector y de este cada bomba tiene su tubería de aspiración. En la figura 2.11 se presenta un esquema donde se especifica las dimensiones mínimas de los depósitos en función de la tubería de aspiración, así como las distancias de dichas tuberías hasta las paredes.

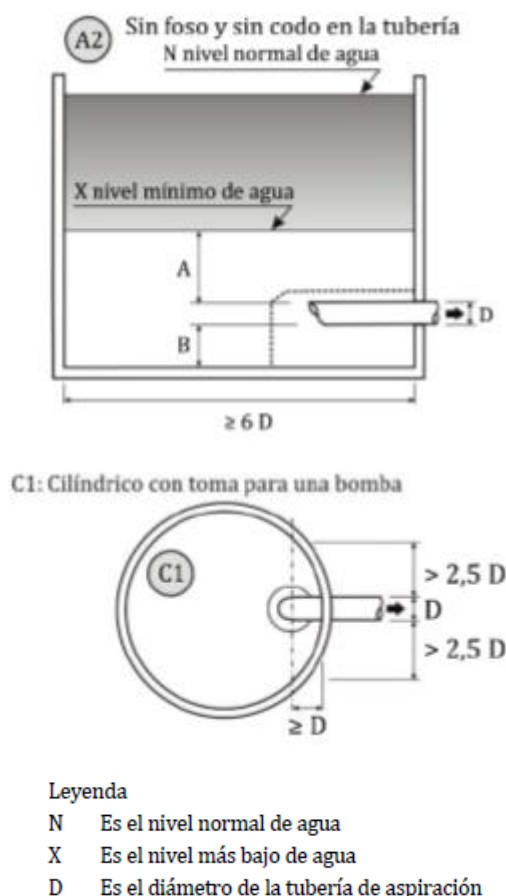


Figura 2.11. Capacidad efectiva de los depósitos atmosféricos de agua y dimensiones a respetar.

En la tabla 1 de la norma se especifican las siguientes distancias mínimas:

- "A", entre la tubería de aspiración y el nivel más bajo de agua H (véase figura 2.11).
- "B", entre la tubería de aspiración y el fondo del foso de aspiración (véase la figura 4).

Tabla 1 - Distancias mínimas para tuberías de aspiración en los depósitos

Diámetro nominal de la tubería de aspiración D (mm)	Distancia mínima A [sin inhibidor de vórtice] (mm)	Distancia mínima B (mm)	Dimensión mínima inhibidor de vórtice (mm)
65	250	80	200
80	320	80	200
100	370	100	400
125	440	100	500
150	500	100	600
200	620	150	800
250	750	150	1000
300	900	200	1200
400	1.050	200	1200
para DN > 400	2,4 × DN	0,4 × DN	2,4 × DN

Figura 2.12. Tabla 1 de la Norma UNE 23500 – 2021.

El diámetro de la tubería de aspiración se adecúa de manera que, con el caudal nominal Q_n la velocidad no sea superior a 1,8 m/s para bombas en carga. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$v = 21,22 \cdot \frac{Q}{d^2} \rightarrow d = \left(21,22 \cdot \frac{Q}{v} \right)^2 \quad (8)$$

$$d = \sqrt{21,22 \cdot \frac{9,874}{1,8}} = 341,18 \text{ mm}$$

Donde:

v: es la velocidad (m/s)

Q: es el caudal (l/min)

d: es el diámetro interior de la tubería (mm)

La tubería de aspiración será de 350 mm, como en la tabla 1 no hay distancias mínimas para 350 mm, se toman en consideración las de 400 mm, ya que son las más restrictivas.

A partir de la tabla de la figura 2.12 se determina que la altura no efectiva del depósito es de 1,55 m.

Sabiendo que el volumen efectivo debe ser 880,7 m³, se hace un cálculo aproximado del diámetro y de la altura del depósito para hacer la selección de uno comercial.

El diámetro del depósito debe ser >6 D aspiración, finalmente se hace el cálculo para un depósito de 15 m de diámetro.

Con un diámetro de 15 m, la altura del volumen efectivo es de 5 m, a partir de estos datos se va a consultar un catálogo de depósitos comerciales, para determinar la altura y la capacidad totales necesaria.

Se puede calcular el volumen no efectivo hasta el nivel mínimo de agua del depósito.

$$V_{\text{no efectivo}} = \pi \cdot 7,5^2 \cdot 1,55 = 286,3 \text{ m}^3 \quad (9)$$

Conociendo los valores de capacidad efectiva y no efectiva, se determina que el volumen del depósito debe ser $>1.167 \text{ m}^3$.

2.1.3.2.1 Selección depósito comercial

El catálogo consultado es de ILURCO, para los depósitos contra incendios siguen la Norma CEPREVEN y la UNE 23500:2018. En la figura 2.13 se muestran los diferentes modelos comerciales de los cual disponen.

CAPACIDADES M3		A L T U R A S (M T S .)									
Modelo	Diametro	1,67	2,51	3,35	4,18	5,01	5,86	6,68	7,52	8,35	
3	2,83	11	16	21	26	32	37	42	47	53	
4	3,78	19	28	38	47	56	66	75	84	94	
5	4,71	29	44	58	73	87	102	116	131	145	
6	5,66	42	63	84	105	126	147	168	189	210	
8	7,55	75	112	150	187	224	262	299	337	374	
10	9,434	117	175	234	292	350	410	467	526	584	
12	11,321	168	253	337	421	504	590	672	757	841	
14	13,208	229	344	459	573	686	803	915	1.030	1.144	
16	15,095	299	449	600	748	897	1.049	1.195	1.346	1.494	
17	16,039	337	507	677	845	1.012	1.184	1.350	1.519	1.687	
18	16,982	378	569	759	947	1.135	1.327	1.513	1.703	1.891	
19	17,926	421	633	845	1.055	1.264	1.479	1.686	1.898	2.107	
20	18,869	467	702	937	1.169	1.401	1.639	1.868	2.103	2.335	
22	20,756	565	849	1.134	1.414	1.695	1.983	2.260	2.544	2.825	
23	21,7	618	928	1.239	1.546	1.853	2.167	2.471	2.781	3.088	
24	22,643	672	1.011	1.349	1.683	2.017	2.360	2.690	3.028	3.362	
26	24,53	789	1.186	1.583	1.975	2.368	2.769	3.157	3.554		
28	26,417	915	1.376	1.836	2.291	2.746	3.212	3.661	4.122		
30	28,304	1.051	1.579	2.108	2.630	3.152	3.687	4.203	4.732		
32	30,191	1.196	1.797	2.398	2.992	3.587	4.195	4.782			
34	32,077	1.350	2.028	2.707	3.378	4.049	4.736	5.398			
36	33,965	1.513	2.274	3.035	3.787	4.539	5.309	6.052			
38	35,852	1.686	2.534	3.382	4.220	5.058	5.916				
40	37,739	1.868	2.808	3.747	4.676	5.604	6.555				
42	39,629	2.060	3.096	4.132	5.156	6.180	7.228				
44	41,513	2.260	3.397	4.534	5.658	6.781					
46	43,4	2.471	3.713	4.956	6.184	7.412					
48	45,286	2.690	4.043	5.396	6.733	8.070					
50	47,173	2.919	4.387	5.855	7.306						
52	49,06	3.157	4.745	6.333	7.902						
54	50,947	3.404	5.117	6.829	8.521						
56	52,834	3.661	5.503	7.345	9.164						
58	54,721	3.927	5.903	7.879	9.830						
60	56,608	4.203	6.317	8.431	10.520						
62	58,495	4.488	6.745	9.003							
64	60,382	4.782	7.188	9.593							
66	62,269	5.086	7.644	10.202							
68	64,156	5.399	8.114	10.830							
70	66,043	5.721	8.598	11.476							
72	67,95	6.056	9.102								
74	69,84	6.398	9.616								
76	71,73	6.749	10.143								
78	73,62	7.109	10.685								
80	75,5	7.477	11.237								
82	77,39	7.856	11.807								
84	79,28	8.244	12.390								
86	81,17	8.641	12.987								
88	83,05	9.047	13.598								
90	84,94	9.463	14.223								
92	86,83	9.889	14.862								
94	88,72	10.323	15.516								
96	90,60	10.767	16.183								

Alturas especiales
 Recomendables para cubrir
 Recomendables para riego sin cubierta

Nota: Diámetros y alturas distintas de las mostradas en esta tabla pueden ser posibles bajo petición.

Figura 2.13. Tabla de modelos de depósitos.

El volumen del depósito debe ser superior a 1.167 m^3 , se escoge la altura de 7,52 m, que da un volumen de 1.346 m^3 , debido a que a la altura de 6,68 m el depósito estaría a su

100% de capacidad. En la figura 1.6 del informe se muestra un esquema del depósito con las dimensiones y las diferentes capacidades.

2.1.4 Dimensionamiento RGDASPCI

El dimensionamiento de la RGDASPCI se lleva a cabo teniendo en cuenta estas dos condiciones especificadas en el apartado 7 de la Norma UNE 23500 -2021.

- Se debe asegurar el suministro de agua del sistema hidráulicamente más desfavorable, incluso en el caso de averías parciales que impidan el paso de flujo en el punto más crítico del trazado del anillo.
- La red en anillo debe garantizar, para averías parciales en la red que impida el paso de agua en uno de los dos lados del anillo que la presión en el punto más desfavorable no sea inferior al 80% en las condiciones de caudal de diseño.

En la imagen 2.14 se presenta la situación de suministro de agua hidráulicamente más desfavorable, cuando la salida de agua hacia la Red ROC1 está fuera de servicio y la alimentación a los rociadores por S5 está fuera de servicio.

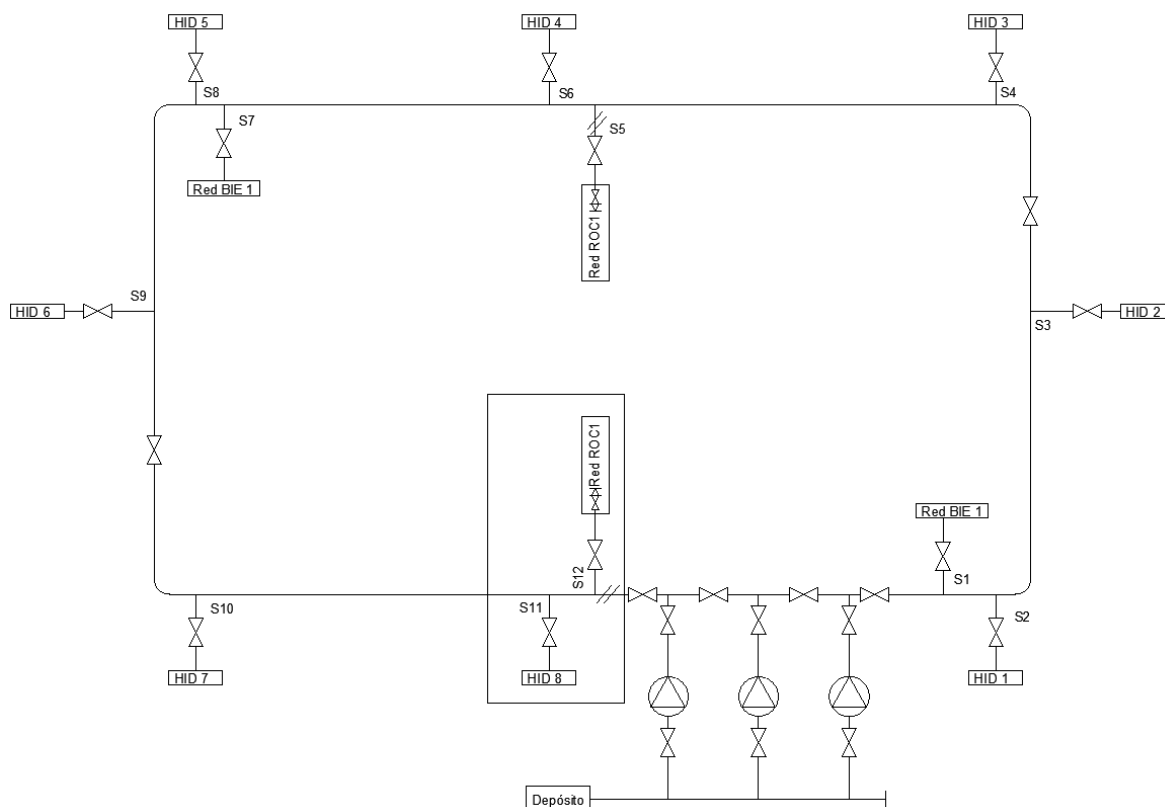


Figura 2.14. Suministro de agua hidráulicamente más desfavorable.

Para realizar el dimensionamiento se debe tener en cuenta que la velocidad del agua no debe exceder:

- 6 m/s a través de cualquier válvula, dispositivo de supervisión de caudal o/y filtro.
- 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.

Tabla 2.3. Dimensionamiento tuberías de la RGDASPCI.

Línea	Caudal (l/min)	Velocidad (máx.)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial (mm)
General de distribución	9.874	6	186,9	250
Hidrante	2.000 ¹	10	65,15	80
Colector rociadores	8.874	10	137,2	150
Línea rociadores	1.305	6	67,9	80
Red BIE	510	10	32,9	40

¹ En la situación más desfavorable, el caudal que pasaría al hidrante es 1.000 l/min, pero se dimensiona para cuando pasen 2.000 l/min, que sería su caudal de funcionamiento normal.

2.1.4.1 Cálculo pérdida de carga en tubería

El cálculo de la pérdida de carga en tubería se ha llevado a cabo siguiendo el apartado 13.2. de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

La ecuación empleada para la pérdida por fricción es la de Hazen-Williams:

$$p = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85} \quad (10)$$

Donde

p: es la pérdida de carga en la tubería, en bar.

Q: es el caudal a través de la tubería, en litros por minuto.

d: es el diámetro interior medio de la tubería en milímetros.

C: es una constante para el tipo de condición de la tubería (ver figura 2.15)

L: es la longitud equivalente de tubería y accesorios, en metros.

A continuación, se muestran las tablas 22 y 23 de la norma, donde se pueden consultar los valores de C y las longitudes equivalentes de los accesorios.

Tabla 22 – Valores de C para varios tipos de tubería

Tipo de tubería	Valor de C
hierro fundido	100
hierro dúctil	110
acero dulce	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
hierro fundido revestido de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140
NOTA La lista no es exhaustiva.	

Figura 2.15. Tabla 22 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

Tabla 23 – Longitud equivalente de accesorios y válvulas

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubería recta de acero (C = 120) ^a (m)										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
Codo soldado 90° (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
T roscada normal o cruz (flujo a través de ramal)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - de paso recto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o de retención (tipo oscilante)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o de retención (tipo seta)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0
Estas longitudes equivalentes se podrían convertir, según sea necesario, para tuberías con otros valores C multiplicando por los siguientes factores											
Valor C	100	110	120	130	140						
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33						

Figura 2.16. Tabla 23 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

Para determinar las presiones en el punto más desfavorable y así hacer la selección de las bombas se utiliza el programa *Epanet 2.0*, se hace la simulación del suministro de agua hidráulicamente más desfavorable que se muestra en la figura 2.14.

Para llevar a cabo la simulación, se tienen en cuenta las longitudes equivalentes de los accesorios de cada línea siguiendo los datos de la figura 2.16. En la tabla 2.4. se especifican las distancias que hay entre los diferentes puntos de la RGDASPCI, el diámetro de la tubería y el caudal que circula.

Parámetros especificados al programa:

- Cálculo de pérdida de presión por fricción: Hazen-Williams
- Constante para una tubería de acero galvanizado: C=120
- Coeficiente emisor de rociadores en l/s·m.c.a^{0,5}: 0,571 l/s · m.c.a^{0,5}, calculado de la siguiente manera:

$$K = 115 \frac{l}{min} \cdot bar^{0,5} \tag{11}$$

$$K = \frac{115}{60} \cdot \sqrt{\frac{9810}{10^5}} = 0,571 \frac{l}{s} \cdot m.c.a^{0,5}$$

- Características del depósito del apartado
 - Diámetro: 15,095 m
 - Altura: 7,52 m
 - Nivel máximo: 6m
 - Nivel mínimo 1,61 m
- Longitud de las tuberías indicadas en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Caudal, diámetro y longitud con accesorios de los diferentes tramos.

Origen tubería	Destino tubería	Caudal (l/min)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Bombas	Punto desvío Red ROC e hidrante	9.874	250	240
Punto desvío Red ROC e hidrante	Hidrante	1.000	80	4,7
Punto desvío Red ROC e hidrante	Colector rociadores	8.874	200	7,7
Distancia entre líneas de rociadores (colector)		8.874	150	10,8
Distancia entre rociadores (línea rociadores)		1.305	80	3,7

Se han ido probando diferentes curvas de bombas para ver cual garantiza una presión superior al 80% en las condiciones de diseño en el punto más desfavorable cuando haya una avería parcial que impida el paso del agua en uno de los dos lados del anillo. En la figura 2.17 se presentan los resultados del programa.

La presión mínima que debe haber en cualquier rociador es:

$$P_{\min} = 0,8 \cdot 5,15 = 4,12 \text{ bar} \quad (12)$$

En la figura 2.17 se observa que la presión más baja del área es de 43,42 m.c.a que es equivalente a 4,26 bar, esta es superior a la presión mínima.

La curva de la bomba que garantiza esta presión con el nivel mínima del depósito es la siguiente:

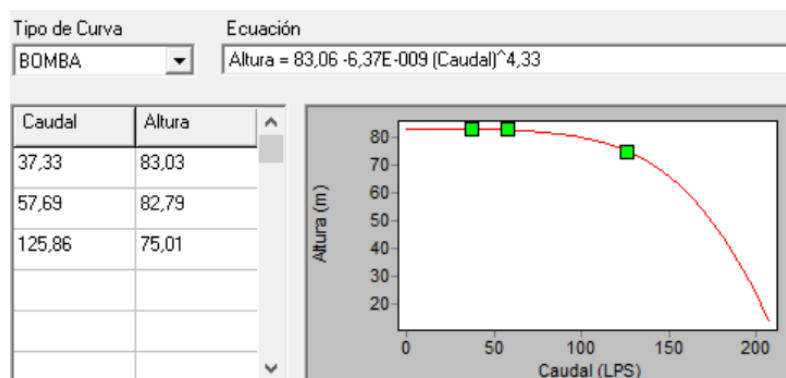


Figura 2.17. Curva de la bomba de Epanet 2.0.

En el apartado 2.2.5 se hace la selección de la bomba comercial.

2.1.5 Equipo de impulsión

Para llevar a cabo la selección del sistema de bombeo, se ha seguido el apartado 6.5. Sistema de bombeo en un abastecimiento con un caudal nominal superior a 250 l/min.

2.1.5.1 Selección bomba

La presión de impulsión de la bomba es la presión nominal de la bomba (H_n), más la presión en la boca de aspiración de la bomba con sus signo (medición dinámica en condiciones mínimas de reserva de agua).

$$P_{\text{boca aspiración}} = h_{\text{nivel mín}} \cdot \rho \cdot g \quad (13)$$

$$P_{\text{boca aspiración}} = 1,55 \cdot 997 \cdot 9,81 = 10,27 \text{ kPa} = 1,61 \text{ m. c. a}$$

$$H_n = 74,04 - 1,61 = 72,43 \text{ m. c. a} \quad (14)$$

Se instalan 3 bombas del 50% del caudal nominal del sistema (Q_n)

$$Q_{nb} = 0,5 \cdot Q_n \quad (15)$$

$$Q_{nb} 0,5 \cdot 592,4 = 296,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Se realiza la selección de la bomba centrífuga mediante la página web de Grundfos [7], en la figura 2.18 se muestra los parámetros que se especifican.

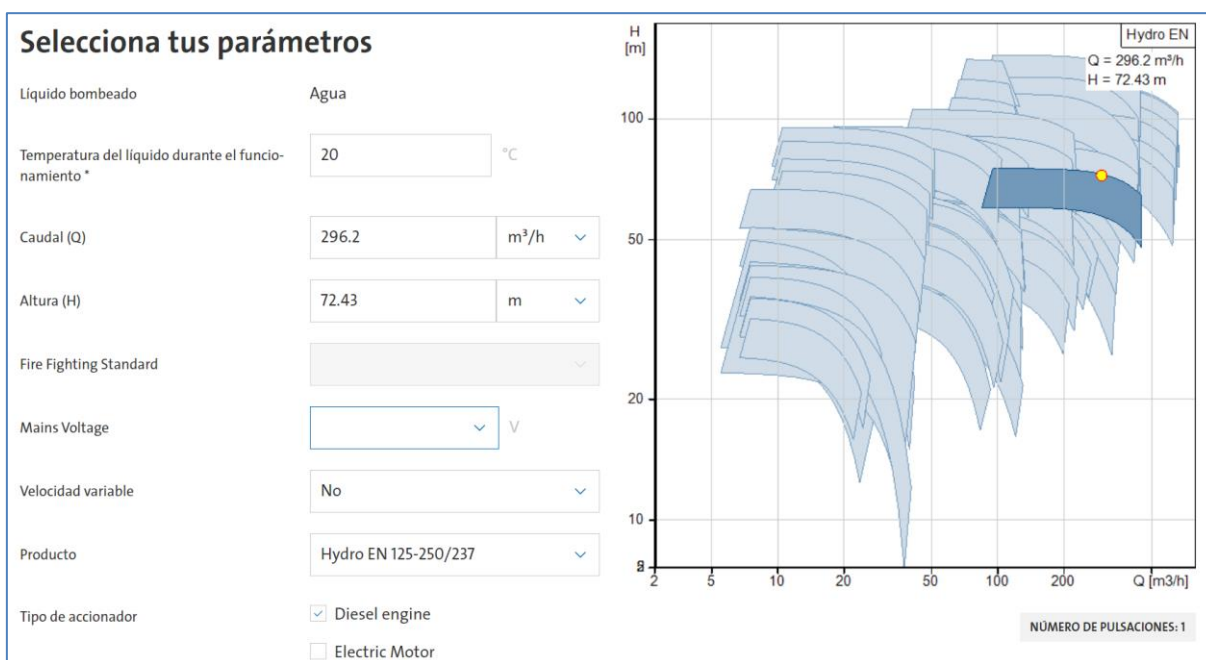


Figura 2.18. Parámetros para el dimensionamiento de la bomba.

El modelo de bomba que proporciona las características especificadas es el **Hydro EN 125-250/237**.

En la figura 1.12 del informe se presentan la curva característica de la bomba y la curva de potencia y NPSH para una configuración de 3 bombas en paralelo.

Una bomba es capaz de suministrar 296,2 m³/h a una altura de 72,43 m, la norma exige el grupo de bombeo debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal de la bomba a una presión no inferior al 70% de la presión nominal (P). Tal y como se observa en la curva de la bomba, esta condición se cumple.

$$140\% Q_n = 414,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} ; H_{\text{min}} = 0,7 \cdot 72,43 = 50,7 \text{ m. c. a}$$

2.1.5.2 Instalación

2.1.5.2.1 Condiciones de aspiración

Las bombas seleccionadas son centrífugas de superficie instalada en carga, ya que, al menos 2/3 de la capacidad efectiva del depósito están situados por encima del eje de la bomba, y además, dicho eje está situado a menos de 2m por encima del nivel más bajo del depósito de aspiración (nivel X de la figura 2.11).

2.1.5.2.2 Circuito de aspiración

El diámetro de la tubería de aspiración se determina respetando estas 3 variables:

- Diámetro mínimo requerido: 65 mm.
- Velocidad máxima: 1,8 m/s, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = 21,22 \cdot \frac{Q}{d^2} \tag{16}$$

donde:

v: es la velocidad (m/s)

Q: es el caudal (l/min)

D: es el diámetro interior de la tubería (mm)

- Para una longitud inferior a 12 m de la tubería de aspiración, se puede utilizar la tabla 8 de la norma UNE 23500 – 2021, sin necesidad de justificar en NPSH.

Tabla 8 - Para bombas en carga (aspiración positiva)

Aspiración positiva (en carga)				Diámetro mínimo
Caudal nominal que pasa (Q_n o Q_{nb})				
Más de l/min	Hasta l/min	Más de m ³ /h	Hasta m ³ /h	Tubería aspiración
0	366	13,0	22,0	DN-65
366	550	22,0	33,0	DN-80
550	867	33,0	52,0	DN-100
867	1 950	52,0	117,0	DN-150
1 950	3 450	117,0	207,0	DN-200
3 450	5 400	207,0	324,0	DN-250
5 400	8 000	324,0	480,0	DN-300
8 000	10 500	480,0	630,0	DN-350
10 500	13 500	630,0	810,0	DN-400
13 500	17 000	810,0	1 020,0	DN-450
17 000	21 000	1 020,0	1 260,0	DN-500

Figura 2.19. Tabla 8 de la norma UNE 23500 -2021.

A partir de la tabla de la figura 2.19 se determina que para un caudal de 592,4 m³/h el diámetro mínimo debe ser de 350 mm.

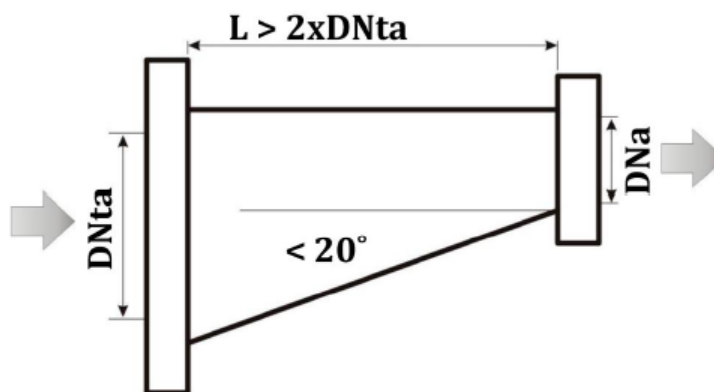
Para este diámetro la velocidad es de 1,71 m/s < 1,8 m/s.

2.1.5.2.3 Bombas en carga

Las tuberías de aspiración de las bombas en carga están interconectadas por un colector, ya que, están provistas de válvulas de cierre que permiten que cada bomba pueda continuar funcionando cuando una de las otras está desmontada por mantenimiento.

El circuito de aspiración de cada bomba principal consta, con los siguientes elementos:

- Válvula de retención de pie con filtro incorporado.
- Válvula de compuerta
- Dispositivo antiestrés compuesto por dos conexiones flexibles ranuradas o elemento equivalente.
- Tubo recto o reductor excéntrico, con una longitud superior al doble del diámetro calculado para la tubería de aspiración. La parte superior del tubo debe ser horizontal, y el ángulo de reducción no debe ser superior a 20 °. Estas especificaciones se muestran en la figura 2.20.



Leyenda

- DN_{ta} Diámetro nominal de la tubería de aspiración
 DN_a Diámetro nominal de la aspiración de la bomba

Figura 2.20. Reducción excéntrica.³

$DN_{ta} = 350$ mm
 $DN_a = 150$ mm
 $L = 800$ mm

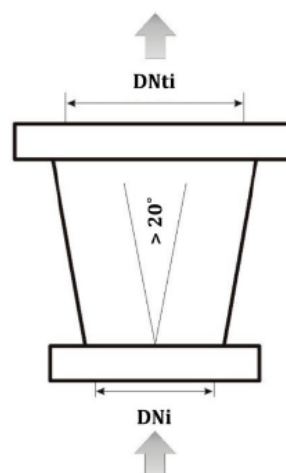
$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{DN_{ta} - DN_a}{L} \right) = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{350 - 150}{800} \right) = 14^\circ \quad (17)$$

- Mano vacuómetro con válvula para su bloqueo con rango adecuado a la altura manométrica de la reserva de agua.
- Purgador de aire automático en la parte superior del cuerpo de la bomba.

El circuito de impulsión de cada bomba principal consta de:

- Tubo amplificador, debe abrirse en dirección al flujo con un ángulo de apertura no superior a 20°, tal y como se muestra en la figura 2.21.

³ Figura 30 de la Norma UNE 23500 – 2021.



Leyenda

- DNti Diámetro nominal de la tubería de impulsión
- DNi Diámetro nominal de la impulsión de la bomba

Figura 2.21. Ampliación concéntrica.⁴

- Sensor de presión para la confirmación de presión en la impulsión.
- Conexión de un sistema automático de circulación de agua para mantener un caudal mínimo que impida el sobrecalentamiento de la bomba al funcionar contra válvula cerrada.
- Al ser una bomba diésel, instalar una conexión al sistema de refrigeración.
- Válvula de retención
- Conjunto de manómetro y sensores de presión de la bomba.
- Conexión de circuito de pruebas.
- Válvula de seccionamiento.

En el plano 5 del informe se presenta la instalación de las 3 bombas diésel en paralelo con sus respectivos elementos en el circuito de aspiración e impulsión.

Circuito de pruebas

Según el sentido del flujo, parte de una conexión tomada entre la válvula de retención y la de bloqueo de cada bomba, situando en el mismo sentido una válvula de bloqueo, un caudalímetro y una válvula de regulación de caudal. Al tener bombas múltiples, el caudalímetro y la válvula de regulación es común para todas ellas. La descarga se realiza a la fuente de reserva de agua.

El rango de lectura del caudalímetro debe estar entre el 40% y el 50% del caudal nominal de cada bomba.

La prueba solo se puede realizar a una bomba principal, de manera que las restantes deben estar en automático para arrancar en caso de bajada de presión del colector general de impulsión por una posible emergencia real.

Sensores de presión

Se instalan sensores de presión para el arranque de cada grupo de bombeo principal, cada uno puede enviar la orden de arranque al cuadro de arranque y control.

⁴ Figura 35 de la Norma UNE 23500 – 2021.

El sistema de detección de presión debe estar monitorizado por el cuadro de arranque y control y generar alarma cuando se produzca cortocircuito o circuito abierto en cualquiera de las líneas de presostatos.

2.1.5.2.4 Cuadro general bombas

El acceso a los cuadros de arranque y control de bombas está restringido a personal no autorizado. A continuación, se presentan los requisitos comunes a todos los cuadros de arranque y control de bombas.

- Cada grupo de bombeo tiene un armario de control diferente.
- Construcción en chapa metálica con protección frente a goteos verticales, y accesible por puerta frontal con llave antisabotaje. La protección mínima es IP54 de acuerdo con la Norma EN60529:1992+A2:2013.
- Pintado en color rojo y con rótulo indicativo de control de bomba diésel.
- Situado de forma que no pueda verse afectado por inundaciones, golpes directos de agua, vibraciones o focos de temperatura excesiva.
- Debe estar montado, cableado y probado en fábrica.
- El cableado interno se debe realizar conforme a esquemas, con terminales y manguitos numerados en todas las conexiones.
- Debe disponer de tornillo de conexión de todas las partes metálicas a tierra.
- Todos los cables de mando con motores o equipos externos deben estar cableados a bornas claramente identificadas, no admitiéndose

2.1.6 Edificio grupo de presión

Las características del compartimento del grupo de bombeo se definen siguiendo el apartado 10.3 de la Norma UNE-EN-12845 – 2016.

Los grupos de bombeo se alojan en un edificio separado, con una resistencia al fuego de no menos de 60 min, y no se usa para otro ningún otro fin que la protección contra incendios.

2.1.6.1 Protección por rociadores

El edificio del grupo de bombeo se considera riesgo ordinario 3 (RO3), a partir de la tabla 3 de la Norma UNE-EN-12845 – 2016 se determina la densidad de diseño y el área de operación.

Tabla 3 – Criterios de diseño para RL, RO y REP

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m ²	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No permitida Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No permitida Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la NOTA)		

NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.

Figura 2.22. Tabla 3 de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

A partir de la tabla 37a de la norma se selecciona el factor K en función de la clase de riesgo, se selecciona un rociador con un factor K 80.

Tabla 37a – Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	≤ 10	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	> 10	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Figura 2.23. Tabla 37a de la Norma UNE-EN 12845 – 2016.

Conociendo la densidad de diseño, el área de operación y el factor K del rociador se calcula el número de rociadores a instalar en un edificio de 80 m².

El área de operación máxima de un RO3 es de 12 m² (figura 2.8), se decide emplear un área de operación de 9 m².

En función de la densidad de diseño se obtiene el caudal de operación de un rociador para cubrir un área de 9 m².

Mediante la ecuación 3 se obtiene el caudal del rociador.

$$Q_r = 5 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \cdot 9 \text{ m}^2 = 45 \text{ l/min}$$

Para este caudal se calcula la presión de descarga del rociador, ecuación 4.

$$P = \left(\frac{Q_r}{K}\right)^2 = \left(\frac{45}{80}\right)^2 = \mathbf{0,32 \text{ bar}}$$

La presión mínima de descarga de un rociador RO3 es de 0,35 bar, por tanto, el caudal de rociador vendrá definido por la presión mínima de descarga y no por la densidad de diseño.

$$Q_r = K \cdot \sqrt{P} = 80 \cdot \sqrt{0,35} = \mathbf{47,3 \text{ l/min}}$$

El número de rociadores se calcula a partir del área del edificio y el área de operación de un rociador, ya que el área de operación máxima de un conjunto de rociadores (270 m²) es superior a la del edificio. Mediante la ecuación 5 se calcula el número de rociadores.

$$n_r^e = \frac{80}{9} = 8,9 = 9 \text{ rociadores}$$

2.1.6.2 Ventilación

Para una sala de motores diésel se requiere de una ventilación de 50 cm²/CV [9] por cada bomba, las bombas tienen 177 CV cada una, por tanto:

$$\text{Superficie ventilación} = 177 \cdot 3 \cdot 50 = 26.550 \text{ cm}^2 \quad (18)$$

Siguiendo las indicaciones del proveedor de las bombas, se instala una rejilla en la parte inferior del edificio en la parte de la aspiración de la bomba y una rejilla en la parte superior en la impulsión de la bomba, figura 2.24.

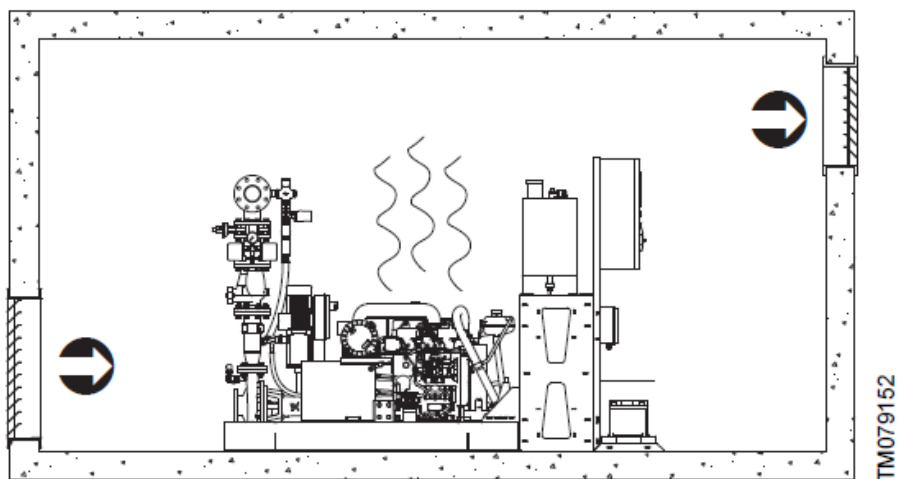


Figura 2.24. Propuesta de ventilación de la sala de bombas.⁵

Se instalan dos rejillas de ventilación de 100cmx135cm, dando una superficie de ventilación de 13.500 cm² cada rejilla, en total 27.000 cm²>26.550 cm². Se puede ver su ubicación en el plano 7 del informe.

⁵ Extrída del manual del fabricante Grundfos.

2.2 Otros documentos

- Comprobaciones pórtico
- Comprobaciones estructura
- Comprobaciones instalación eléctrica

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 4.00 m

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.24 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.36 kN/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 0.12 kN/m²

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: C

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 8.00

Con huecos:

- Área izquierda: 0.00

- Altura izquierda: 0.00

- Área derecha: 0.00

- Altura derecha: 0.00

- Área frontal: 9.01

- Altura frontal: 1.68

- Área trasera: 3.25

- Altura trasera: 1.01

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior

3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior

5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior

6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior

7 - V(180°) H1: Viento a 180° sin acción en el interior

8 - V(180°) H2: Viento a 180° Succión interior

9 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior

10 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 2

Altitud topográfica: 9.00 m

Cubierta sin resaltes

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

1 - N(EI): Nieve (estado inicial)

2 - N(R): Nieve (redistribución)

Aceros en perfiles

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S275	275	210

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 10.00 m Alero izquierdo: 4.10 m Alero derecho: 5.00 m	Pórtico rígido

Cargas en barras

Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	2.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	0.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	0.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	0.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	2.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	2.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	0.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	0.73 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.00/0.08 (R)	2.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.08/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.00/0.08 (R)	2.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.08/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.00/0.08 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.08/1.00 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.00/0.08 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.08/1.00 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.00/0.25 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.25/0.75 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.75/1.00 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Uniforme	---	1.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.00/0.25 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.25/0.75 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Producido por una versión no profesional de CYPE

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.75/1.00 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Uniforme	---	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.00/0.92 (R)	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.92/1.00 (R)	2.88 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.00/0.92 (R)	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.92/1.00 (R)	2.88 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Uniforme	---	1.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Uniforme	---	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.81 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	2.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	2.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	4.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	1.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	0.99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	4.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	1.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	1.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	1.78 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	4.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	1.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	2.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	4.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	4.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	1.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	1.11 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	1.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.00/0.08 (R)	3.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.08/1.00 (R)	1.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.00/0.08 (R)	3.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.08/1.00 (R)	1.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Uniforme	---	2.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.00/0.08 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.08/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.00/0.08 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.08/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Uniforme	---	2.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Faja	0.75/1.00 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Uniforme	---	3.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Producido por una versión no profesional de CYPE

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Faja	0.75/1.00 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Uniforme	---	0.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.00/0.92 (R)	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.92/1.00 (R)	4.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.00/0.92 (R)	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.92/1.00 (R)	4.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Uniforme	---	2.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.75/1.00 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Uniforme	---	3.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.00/0.25 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.25/0.75 (R)	0.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.75/1.00 (R)	0.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Uniforme	---	0.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	1.61 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.81 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	0.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	2.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H1	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H2	Uniforme	---	0.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(0°) H3	Uniforme	---	0.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(0°) H4	Uniforme	---	0.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(90°) H1	Uniforme	---	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(90°) H2	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(180°) H1	Uniforme	---	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(180°) H2	Uniforme	---	2.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	V(270°) H1	Uniforme	---	2.49 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	V(270°) H2	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	G	Uniforme	---	0.55 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Q	Uniforme	---	0.73 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.00/0.08 (R)	2.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H1	Faja	0.08/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.00/0.08 (R)	2.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Faja	0.08/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(0°) H2	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.00/0.08 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Producido por una versión no profesional de CYPE

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	V(0°) H3	Faja	0.08/1.00 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.00/0.08 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Faja	0.08/1.00 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(0°) H4	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(90°) H1	Uniforme	---	1.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(90°) H2	Uniforme	---	0.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.00/0.92 (R)	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H1	Faja	0.92/1.00 (R)	2.88 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.00/0.92 (R)	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Faja	0.92/1.00 (R)	2.88 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(180°) H2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.00/0.25 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.25/0.75 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Faja	0.75/1.00 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H1	Uniforme	---	1.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.00/0.25 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.25/0.75 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Faja	0.75/1.00 (R)	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	V(270°) H2	Uniforme	---	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(EI)	Uniforme	---	0.81 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	N(R)	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Prohibida por esta versión no profesional de CYPE

Datos de correas de cubierta

Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF-100x2.5	Límite flecha: L / 250
Separación: 1.10 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

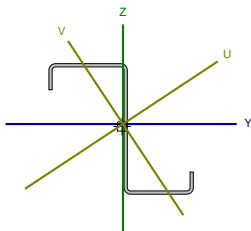
Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Aprovechamiento: 80.66 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF-100x2.5 Material: S275		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)		I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _B ⁽³⁾ (mm)	z _B ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)			
1.643, 8.000, 4.248	1.643, 4.000, 4.248	4.000	5.84	93.32	49.19	-51.93	0.12	0.72	1.87	33.5			
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.													
		Pandeo			Pandeo lateral								
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.							
β		0.00	1.00	0.00		0.00							
L _x		0.000	4.000	0.000		0.000							
C ₁		-			1.000								
Notación: b: Coeficiente de pandeo L: Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico													



Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N,M _y M _z	N,M _y M _z	N,M _y M _z V _y V _z	M,NM _y M _z V _y V _z		
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Max.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 4 m η = 80.7	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 4 m η = 13.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 80.7	
<p>Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ̄: Limitación de esbeltez N: Resistencia a tracción N_t: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión. Eje Y M_z: Resistencia a flexión. Eje Z M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z N,M_yM_z: Resistencia a tracción y flexión N,M_yM_z: Resistencia a compresión y flexión NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión MNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{36.0} \quad \checkmark$$

$$b_1/t \leq 90$$

$$b_1 / t : \underline{20.0} \quad \checkmark$$

$$c_1/t \leq 30$$

$$c_1 / t : \underline{6.0} \quad \checkmark$$

$$b_2/t \leq 60$$

$$b_2 / t : \underline{17.2} \quad \checkmark$$

$$c_2/t \leq 30$$

$$c_2 / t : \underline{4.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6$$

$$c_1 / b_1 : \underline{0.300}$$

$$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6$$

$$c_2 / b_2 : \underline{0.279}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{90.00} \text{ mm}$$

b₁: Ancho del ala superior.

$$b_1 : \underline{50.00} \text{ mm}$$

c₁: Altura del rigidizador del ala superior.

$$c_1 : \underline{15.00} \text{ mm}$$

b₂: Ancho del ala inferior.

$$b_2 : \underline{43.00} \text{ mm}$$

c₂: Altura del rigidizador del ala inferior.

$$c_2 : \underline{12.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen los acuerdos curvos entre elementos planos.

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.807} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.643, 4.000, 4.248, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 0.75 \cdot N(EI) + 1.50 \cdot V(0^\circ) H4$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{3.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{17.99} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.131} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.643, 4.000, 4.248, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 0.75*N(EI) + 1.50*V(0°) H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.75} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{b,Rd} : \underline{36.19} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{95.30} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

$$f_{bv} : \underline{159.50} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.48}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

[Producido por una versión no profesional de CYPE](#)

Listado de pórticos

Nombre Obra: C:\Users\laura\Desktop\Pórtico 2.gp3

Fecha: 28/08/23

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 81.46 %

Coordenadas del nudo inicial: 1.643, 8.000, 4.248

Coordenadas del nudo final: 1.643, 4.000, 4.248

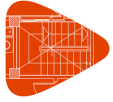
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(0^\circ)$ H4 a una distancia 2.000 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 93 \text{ cm}^4$) ($I_z = 49 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	10	45.81	0.04

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA.....	2
1.1. Normas consideradas.....	2
1.2. Estados límite.....	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
1.3. Resistencia al fuego.....	4
2. ESTRUCTURA.....	5
2.1. Geometría.....	5
2.1.1. Nudos.....	5
2.1.2. Barras.....	5
3. CIMENTACIÓN.....	8
3.1. Elementos de cimentación aislados.....	8
3.1.1. Descripción.....	8
3.1.2. Medición.....	8
3.1.3. Comprobación.....	9
3.2. Vigas.....	18
3.2.1. Descripción.....	18
3.2.2. Medición.....	18
3.2.3. Comprobación.....	19



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: Código Estructural

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

1.2.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C



Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

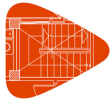
Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000



Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Producido por una versión no profesional de CYPE

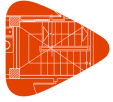
1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: Código Estructural

Resistencia requerida: R 60

Revestimiento de protección: Pintura intumescente



Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

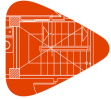
Producido por una versión no profesional de CYPE

Referencia	Nudos									
	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	4.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	4.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	4.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	4.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	8.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N10	8.000	0.000	4.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	8.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	8.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							



2.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	N1/N2	HE 180 B (HEB)	-	3.997	0.103	0.70	0.70	4.100	-
		N3/N4	N3/N4	HE 200 B (HEB)	-	4.880	0.120	0.70	0.70	5.000	-
		N2/N4	N2/N4	IPE 220 (IPE)	0.091	9.848	0.101	0.00	1.00	1.100	4.200
		N5/N6	N5/N6	HE 120 B (HEB)	-	3.994	0.106	0.00	0.70	4.100	-
		N7/N8	N7/N8	HE 160 B (HEB)	-	4.882	0.118	0.00	0.70	1.100	4.200
		N6/N8	N6/N8	IPE 220 (IPE)	0.061	9.898	0.081	0.00	1.00	1.100	1.100
		N9/N10	N9/N10	HE 180 B (HEB)	-	3.997	0.103	0.70	0.70	4.100	-
		N11/N12	N11/N12	HE 200 B (HEB)	-	4.880	0.120	0.70	0.70	5.000	-
		N10/N12	N10/N12	IPE 220 (IPE)	0.091	9.848	0.101	0.00	1.00	1.100	4.200

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2 y N9/N10
2	N3/N4 y N11/N12
3	N2/N4, N6/N8 y N10/N12
4	N5/N6
5	N7/N8

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.21
		2	HE 200 B, (HEB)	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.70
		3	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.03
		4	HE 120 B, (HEB)	34.00	19.80	5.73	864.40	317.50	13.93
		5	HE 160 B, (HEB)	54.30	31.20	9.65	2492.00	889.20	31.27

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Producido por una versión no profesional de CYPE



2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	HE 180 B (HEB)	4.100	0.027	210.17
		N3/N4	HE 200 B (HEB)	5.000	0.039	306.54
		N2/N4	IPE 220 (IPE)	10.040	0.034	263.25
		N5/N6	HE 120 B (HEB)	4.100	0.014	109.43
		N7/N8	HE 160 B (HEB)	5.000	0.027	213.13
		N6/N8	IPE 220 (IPE)	10.040	0.034	263.25
		N9/N10	HE 180 B (HEB)	4.100	0.027	210.17
		N11/N12	HE 200 B (HEB)	5.000	0.039	306.54
		N10/N12	IPE 220 (IPE)	10.040	0.034	263.25

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

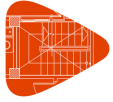
2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	HEB	HE 180 B	8.200	27.300		0.054	0.173		420.34	1355.98		
			HE 200 B	10.000			0.078			613.09			
			HE 120 B	4.100			0.014			109.43			
			HE 160 B	5.000			0.027			213.13			
		IPE	IPE 220	30.121	0.101	789.75							
				30.121	0.101	789.75							
						57.421		0.273					2145.73

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 180 B	1.063	8.200	8.717
	HE 200 B	1.182	10.000	11.820
	HE 120 B	0.707	4.100	2.899
	HE 160 B	0.944	5.000	4.720
IPE	IPE 220	0.868	30.121	26.151
Total				54.307

Producido por una versión no profesional de CYPE



3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N11, N9 y N1	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 127.5 cm Ancho inicial Y: 127.5 cm Ancho final X: 127.5 cm Ancho final Y: 127.5 cm Ancho zapata X: 255 cm Ancho zapata Y: 255 cm Canto: 55 cm	Sup X: 12Ø12c/21 Sup Y: 12Ø12c/21 Inf X: 12Ø12c/21 Inf Y: 12Ø12c/21
N7 y N5	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 112.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 112.5 cm Ancho final Y: 112.5 cm Ancho zapata X: 225 cm Ancho zapata Y: 225 cm Canto: 50 cm	Sup X: 9Ø12c/25 Sup Y: 9Ø12c/25 Inf X: 9Ø12c/25 Inf Y: 9Ø12c/25

3.1.2. Medición

Referencias: N3, N11, N9 y N1		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.39	28.68
	Peso (kg)	12x2.12	25.46
Totales	Longitud (m)	114.72	
	Peso (kg)	101.84	101.84
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	126.19	
	Peso (kg)	112.02	112.02

Referencias: N7 y N5		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.09	18.81
	Peso (kg)	9x1.86	16.70
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.09	18.81
	Peso (kg)	9x1.86	16.70
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x2.09	18.81
	Peso (kg)	9x1.86	16.70
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.09	18.81
	Peso (kg)	9x1.86	16.70
Totales	Longitud (m)	75.24	
	Peso (kg)	66.80	66.80
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	82.76	
	Peso (kg)	73.48	73.48

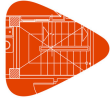
Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m ³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N11, N9 y N1	4x112.02	4x3.58	4x0.65
Referencias: N7 y N5	2x73.48	2x2.53	2x0.51
Totales	595.04	19.37	3.61

3.1.3. Comprobación

Referencia: N3 Dimensiones: 255 x 255 x 55 Armados: Xi:Ø12c/21 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/21 Ys:Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0177561 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0208953 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0398286 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.4 % Reserva seguridad: 341.6 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 49.92 kN·m Momento: 18.19 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 57.78 kN Cortante: 19.13 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 39.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 40 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple



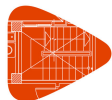
Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N3		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Máximo: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Mínimo: 10 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991 <ul style="list-style-type: none"> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo: 	Mínimo: 15 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.21		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN		
Referencia: N7		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0199143 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0257022 MPa Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0378666 MPa	 Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.	Reserva seguridad: 11.6 %	No procede ⁽¹⁾ Cumple

Producido por una versión no profesional de CYPE



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N7		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 9.79 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 28.62 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 11.09 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 34.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 83 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cantidad mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N7		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 51 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 51 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.19		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.45 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.45 kN		
Referencia: N11		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0177561 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0208953 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0398286 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 30.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 341.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 49.92 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 18.19 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 57.78 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.13 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 39.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N11:	Mínimo: 40 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N11		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/21 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/21 Ys:Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 58 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.21		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN		
Referencia: N9		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/21 Yi:Ø12c/21 Xs:Ø12c/21 Ys:Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		

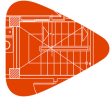


Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N9		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0170694 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0197181 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.036297 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 44.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 737.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 40.06 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 11.27 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 44.64 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 11.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 37.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N9:	Mínimo: 40 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Díámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16		
	Mínimo: 10 cm	



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N9		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.17		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN		
Referencia: N5		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0194238 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0256041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0282528 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		No procede ⁽¹⁾
- En dirección X:		
- En dirección Y:		
Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.	Reserva seguridad: 156.0 %	Cumple
⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 9.17 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.40 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 10.30 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 18.05 kN	Cumple

Proyecto de versión no profesional de CYPE



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N5		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 76.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N5:	Mínimo: 35 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: N5		
Dimensiones: 225 x 225 x 50		
Armados: Xi: Ø12c/25 Yi: Ø12c/25 Xs: Ø12c/25 Ys: Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
<ul style="list-style-type: none"> - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.45 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.45 kN 		
Referencia: N1		
Dimensiones: 255 x 255 x 55		
Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
<ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0170694 MPa	Cumple
	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0197181 MPa	Cumple
	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.036297 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
<ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 44.6 % Reserva seguridad: 737.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata:		
<ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Momento: 40.06 kN·m Momento: 11.27 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		
<ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Cortante: 44.64 kN Cortante: 11.77 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
<ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 37.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
<ul style="list-style-type: none"> - N1: 	Mínimo: 35 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08		
<ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
<ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: N1 Dimensiones: 255 x 255 x 55 Armados: Xi: Ø12c/21 Yi: Ø12c/21 Xs: Ø12c/21 Ys: Ø12c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 91 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm Calculado: 59 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.17 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 653.54 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 653.54 kN		

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N1-N3] y C [N11-N9]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Piel: 1x2Ø20 Estribos: 1xØ8c/20
C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø20 Inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/20

3.2.2. Medición



Referencias: C [N1-N3] y C [N11-N9]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø20	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x11.68	23.36
	Peso (kg)		2x28.80	57.61
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x11.20	22.40
	Peso (kg)		2x27.62	55.24
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x11.68	23.36
	Peso (kg)		2x28.80	57.61
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	39x1.33		51.87
	Peso (kg)	39x0.52		20.47
Totales	Longitud (m)	51.87	69.12	
	Peso (kg)	20.47	170.46	190.93
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	57.06	76.03	
	Peso (kg)	22.52	187.50	210.02

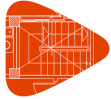
Referencias: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø20	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.40	8.80
	Peso (kg)		2x10.85	21.70
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.56	9.12
	Peso (kg)		2x11.25	22.49
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	9x1.33		11.97
	Peso (kg)	9x0.52		4.72
Totales	Longitud (m)	11.97	17.92	
	Peso (kg)	4.72	44.19	48.91
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	13.17	19.71	
	Peso (kg)	5.19	48.61	53.80

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N1-N3] y C [N11-N9]	2x22.51	2x187.51	420.04	2x1.19	2x0.30
Referencias: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]	4x5.19	4x48.61	215.20	4x0.26	4x0.06
Totales	65.78	569.46	635.24	3.41	0.85

3.2.3. Comprobación

Referencia: C.4.2 [N1-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura de piel: 1x2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 11.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.4.2 [N1-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura de piel: 1x2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5 - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08) - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.45 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 110.83 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -110.83 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 60 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 60 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 84.71 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.3.2 [N3-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5 - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08) - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.77 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 21.58 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

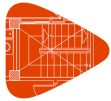


Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.3.2 [N3-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		
Referencia: C.3.2 [N7-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 0.77 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple

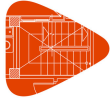


Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.3.2 [N7-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 21.58 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		
Referencia: C.4.2 [N11-N9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm Armadura superior: 2Ø20 Armadura de piel: 1x2Ø20 Armadura inferior: 2Ø20 Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 11.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5 - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08) - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2.45 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 110.83 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple



Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.4.2 [N11-N9] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura de piel: 1x2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
	Momento flector: -110.83 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 60 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 60 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 84 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 84.71 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		
Referencia: C.3.2 [N9-N5] (Viga de atado) Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple

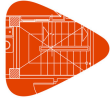


Listados

Pórtico 2 v3

Fecha: 28/08/23

Referencia: C.3.2 [N9-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5 - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08) - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.77 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 21.58 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		
Referencia: C.3.2 [N5-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple



Listados

Pórtico 2 v3

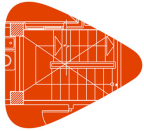
Fecha: 28/08/23

Referencia: C.3.2 [N5-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø20 -Armadura inferior: 2Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08	Máximo: 24.9 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08 - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 24.4 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: Norma EHE-08. Artículo 42.3.5 - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0039 Calculado: 0.0039	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08) - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.77 cm ² Calculado: 6.28 cm ² Calculado: 6.28 cm ²	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -7.19 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 21.58 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		

ÍNDICE

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	3
2. TITULAR.....	3
3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	3
4. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	3
6. POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN.....	4
7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:.....	5
7.1. Origen de la instalación.....	5
7.2. Derivación individual.....	5
7.3. Cuadro general de distribución.....	5
8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	8
9. CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CÁLCULO.....	9
9.1. Intensidad máxima admisible.....	9
9.2. Caída de tensión.....	10
9.3. Corrientes de cortocircuito.....	11
9.4. Arrancadores.....	13
10. CÁLCULOS.....	13
10.1. Sección de las líneas.....	13
10.2. Cálculo de los dispositivos de protección.....	16
10.3. Cálculo de los arrancadores de motor.....	21
11. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA.....	21
11.1. Resistencia de la puesta a tierra de las masas.....	21
11.2. Resistencia de la puesta a tierra del neutro.....	21
11.3. Protección contra contactos indirectos.....	21
12. PLIEGO DE CONDICIONES.....	23
12.1. Calidad de los materiales.....	23
12.1.1. Generalidades.....	23
12.1.2. Conductores eléctricos.....	23
12.1.3. Conductores de neutro.....	23
12.1.4. Conductores de protección.....	23
12.1.5. Identificación de los conductores.....	23
12.1.6. Tubos protectores.....	24
12.2. Normas de ejecución de las instalaciones.....	24
12.2.1. Colocación de tubos.....	24
12.2.2. Cajas de empalme y derivación.....	25
12.2.3. Aparatos de mando y maniobra.....	26
12.2.4. Aparatos de protección.....	26
12.2.5. Instalaciones en cuartos de baño o aseo.....	29
12.2.6. Red equipotencial.....	30
12.2.7. Instalación de puesta a tierra.....	30

12.2.8. Alumbrado.....	31
12.3. Pruebas reglamentarias.....	32
12.3.1. Comprobación de la puesta a tierra.....	32
12.3.2. Resistencia de aislamiento.....	32
12.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	32
12.5. Certificados y documentación.....	33
12.6. Libro de órdenes.....	33
13. MEDICIONES.....	33
13.1. Magnetotérmicos.....	33
13.2. Fusibles.....	33
13.3. Diferenciales.....	33
13.4. Arrancadores.....	34
13.5. Cables.....	34
13.6. Canalizaciones.....	34
13.7. Otros.....	34
14. CUADRO DE RESULTADOS.....	35



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT52.

2. TITULAR

Nombre:

C.I.F.:

Dirección:

Población:

Provincia:

Código postal:

Teléfono:

Correo electrónico:

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Dirección: Calle B Zona Franca nº6

Población: Barcelona

Provincia: Barcelona

C.P.: 08038

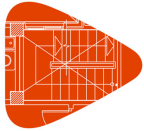
4. LEGISLACIÓN APLICABLE

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general para la protección contra sobrecargas.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

6. POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total demandada: 11.82 kW

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

LAS

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
LAS	0.60	0.60
LAS	3.00	3.00
LAS	1.50	1.76
LAS	2.36	2.77
LAS	3.68	3.68

LAS

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	0.50	0.50
Emergencia	0.10	0.10

LAS

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	3.00	3.00

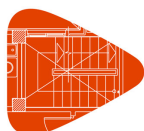
LAS

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Motor	1.50	1.76

LAS

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Motor	2.36	2.77

LAS



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	3.68	3.68

7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN:

7.1. Origen de la instalación

El origen de la instalación viene determinado por una tensión de suministro Fase-Fase de 400 V y una intensidad de cortocircuito trifásica en cabecera de: 12.00 kA.

El tipo de línea de alimentación será: RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10).

7.2. Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LGA	3F+N	11.82	0.92	10.00	Interruptor general de maniobra Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA Contador Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C

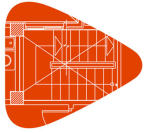
- Canalizaciones:

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LGA	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

7.3. Cuadro general de distribución

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LGA	3F+N	11.82	0.92	10.00	Interruptor general de maniobra Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA Contador Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C
LAS	3F+N	0.60	0.85	10.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC
LAS	3F+N	3.00	0.85	50.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LAS	3F+N	1.76	0.85	10.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC
LAS	F+N	2.77	0.85	10.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6) Diferencial, Selectivo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC
LAS	3F+N	3.68	1.00	10.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6) Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

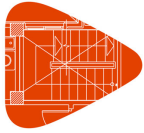
Esquemas	Tipo de instalación
LGA	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Alumbrado	F+N	0.50	0.85	40.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)
Alumbrado emergencia	F+N	0.10	0.85	40.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Tipo de instalación
Alumbrado	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
Alumbrado emergencia	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Tomas de corriente	3F+N	3.00	0.85	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Tomas de corriente	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Bomba jockey	3F+N	1.76	0.85	10.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)

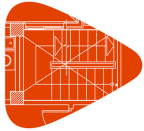
Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Bomba jockey	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
P101/1	F+N	0.92	0.85	35.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6) Batería



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
P101/2	F+N	0.92	0.85	38.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6) Batería
P101/3	F+N	0.92	0.85	43.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6) Batería

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
P101/1	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
P101/2	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm
P101/3	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm

ES

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
Reserva	3F+N	3.68	1.00	20.00	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(4x6) + 2(TTx6)

Canalizaciones

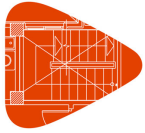
La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
Reserva	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm

8. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

El tipo y profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0.5 m. Además, en los lugares en los que exista riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de la parte superior del electrodo de 0.8 m.

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

La instalación está alimentada por una red de distribución según el esquema de conexión a tierra TT (neutro a tierra).

RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Constitución: Terreno sin especificar

- Resistividad: 15.00 ©

RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:

- Constitución: Terreno sin especificar

- Resistividad: 10.00 ©

TOMA DE TIERRA

No se especifica.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

9. CRITERIOS APLICADOS Y BASES DE CÁLCULO

9.1. Intensidad máxima admisible

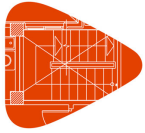
En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

1. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_f \cdot \cos \varphi}$$



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

9.2. Caída de tensión

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi$$

Caída de tensión en monofásico: $\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$

Caída de tensión en trifásico: $\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$

Con:

- I Intensidad calculada (A)
- R Resistencia de la línea (Ω), ver apartado (A)
- X Reactancia de la línea (Ω), ver apartado (C)
- φ Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga;

RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

tenemos en cuenta que el valor de la resistencia de un cable se calcula como:

$$R = R_{tca} = R_{tcc} (1 + Y_s + Y_p) = c R_{tcc}$$

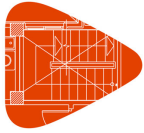
$$R_{tcc} = R_{20cc} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{20cc} = \rho_{20} L / S$$

Con:

- R_{tcc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (W)
- R_{20cc} Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (W)
- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel;
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad;
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- θ Temperatura máxima en servicio prevista en el cable ($^{\circ}\text{C}$), ver apartado (B)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C (W mm² / m)
- S Sección del conductor (mm²)
- L Longitud de la línea (m)

El efecto piel y el efecto proximidad son mucho más pronunciados en los conductores de gran sección. Su cálculo riguroso se detalla en la norma UNE 21144. No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua.



$$c = (1 + Y_s + Y_p) \cong 1,02$$

B) TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Para calcular la temperatura máxima prevista en servicio de un cable se puede utilizar el siguiente razonamiento: su incremento de temperatura respecto de la temperatura ambiente T_0 (25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire), es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad. Por tanto:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2 \quad [17]$$

Con:

- T Temperatura real estimada en el conductor (°C)
- $T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (°C)
- T_0 Temperatura ambiente del conductor (°C)
- I Intensidad prevista para el conductor (A)
- $I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

C) REACTANCIA DEL CABLE (Según el criterio de la Guía-BT-Anexo 2)

La reactancia de los conductores varía con el diámetro y la separación entre conductores. En ausencia de datos se puede estimar la reactancia como un incremento adicional de la resistencia de acuerdo a la siguiente tabla:

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 R$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 R$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 R$

Para secciones menores de o iguales a 120 mm^2 , la contribución a la caída de tensión por efecto de la inductancia es despreciable frente al efecto de la resistencia.

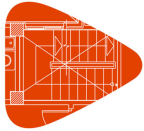
9.3. Corrientes de cortocircuito

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I_k'' = I_{k3}''$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I_k'' = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Don:

- c Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0
- U_n Tensión nominal fase-fase V
- Z_k Impedancia de cortocircuito equivalente $m\Omega$

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I_{k2}'' = \frac{cU_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{cU_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3}''$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.

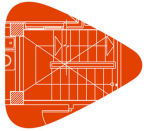
CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I_{kE2E}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|Z_{(1)} + 2Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I_{k1}'' , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot cU_n}{|2Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

9.4. Arrancadores

Según la ITC-BT-47 del REBT, en general los motores de potencia superior a 0,75 kW deben estar provistos de dispositivos de arranque que impidan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga sea superior a lo permitido por dicha norma.

La intensidad de arranque del motor se calcula multiplicando la intensidad nominal del mismo por el factor de arranque, que normalmente está definido en la placa de características del propio motor. En caso de superar el valor establecido por normativa, será necesario instalar un arrancador que aportará una reducción en forma de factor multiplicador. El resultado de multiplicar la intensidad de arranque por el factor de arranque dará como resultado el valor de la corriente de arranque regulada por el arrancador.

10. CÁLCULOS

10.1. Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:

- 3%: para circuitos de alumbrado.

- 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:

- 4.5%: para circuitos de alumbrado.

- 6.5%: para el resto de circuitos.

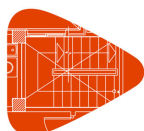
Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LGA	3F+N	11.82	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	19.28	0.25	-

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LGA	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

LGA

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LGA	3F+N	11.82	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	19.28	0.25	-
LAS	3F+N	0.60	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	1.02	0.01	0.26
LAS	3F+N	3.00	0.85	50.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	5.09	0.29	0.55
LAS	3F+N	1.76	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	72.00	3.75	0.02	0.27
LAS	F+N	2.77	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	86.50	15.29	0.18	0.43
LAS	3F+N	3.68	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	5.31	0.07	0.32

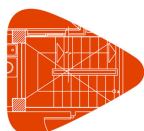
Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LGA	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	0.85
LAS	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Alumbrado	F+N	0.50	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	50.88	2.55	0.23	0.50
Alumbrado emergencia	F+N	0.10	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	50.88	0.51	0.05	0.31



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Alumbrado	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
Alumbrado emergencia	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Tomas de corriente	3F+N	3.00	0.85	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	5.09	0.12	0.66

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Tomas de corriente	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Bomba jockey	3F+N	1.76	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	42.24	3.75	0.04	0.31

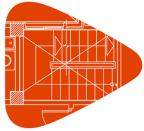
Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Bomba jockey	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

LAS

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
P101/1	F+N	0.92	0.85	35.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	86.50	5.88	0.24	0.67
P101/2	F+N	0.92	0.85	38.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	86.50	5.88	0.26	0.69



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
P101/3	F+N	0.92	0.85	43.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	86.50	5.88	0.29	0.72

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
P101/1	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	0.85
P101/2	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	0.85
P101/3	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 50 mm	0.96	1.00	1.00	0.85

Las

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Reserva	3F+N	3.68	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(4x6) + 2(TTx6)	71.81	5.31	0.07	0.40

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
Reserva	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 63 mm	0.96	1.00	1.00	0.85

10.2. Cálculo de los dispositivos de protección

Sobrecarga

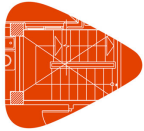
Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Con:

- I_B Intensidad de diseño del circuito
- I_n Intensidad asignada del dispositivo de protección
- I_z Intensidad permanente admisible del cable
- I₂ Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > ICC_{m\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > ICC_{m\acute{a}x}$$

Con:

$ICC_{m\acute{a}x}$ Máxima intensidad de cortocircuito prevista

I_{cu} Poder de corte último

I_{cs} Poder de corte de servicio

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

Con:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito

t_{cc} Tiempo de duración del cortocircuito

S_{cable} Sección del cable

k Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A

t_{cable} Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible

Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad k^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Con:

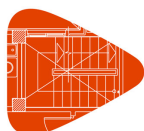
I^2t Energía específica pasante del dispositivo de protección

S Tiempo de duración del cortocircuito

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Derivación individual

Sobrecarga



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LGA	3F+N	11.82	19.28	Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA	42.24	32.00	61.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LGA	3F+N	Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA	120.00	-	7.67 1.76	0.01 0.24	<0.10 <0.10

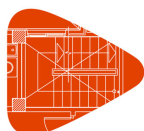
LGA

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LGA	3F+N	11.82	19.28	Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA	42.24	32.00	61.25
LAS	3F+N	0.60	1.02	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	32.50	61.25
LAS	3F+N	3.00	5.09	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	32.50	61.25
LAS	3F+N	1.76	3.75	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	72.00	32.50	104.40
LAS	F+N	2.77	15.29	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	86.50	32.50	125.42
LAS	3F+N	3.68	5.31	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	32.50	61.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LGA	3F+N	Fusible, Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA	120.00	-	7.67 1.76	0.01 0.24	<0.10 <0.10
LAS	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	4.16 1.21	0.04 0.50	<0.10 <0.10
LAS	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	4.16 0.50	0.04 3.00	<0.10 <0.10
LAS	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	4.16 1.47	0.30 2.41	<0.10 <0.10
LAS	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	3.34 1.57	0.26 1.19	<0.10 <0.10



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)	T_p $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)
LAS	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	4.16 1.21	0.04 0.50	<0.10 <0.10

LAS

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
Alumbrado	F+N	0.50	2.55	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	32.50	73.78
Alumbrado emergencia	F+N	0.10	0.51	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	50.88	7.80	73.78

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)	T_p $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)
Alumbrado	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.37 0.55	0.13 2.42	<0.10 <0.10
Alumbrado emergencia	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.37 0.55	0.13 2.42	<0.10 <0.10

LAS

Sobrecarga

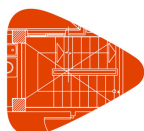
Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
Tomas de corriente	3F+N	3.00	5.09	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	32.50	61.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)	T_p $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)
Tomas de corriente	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	1.18 0.38	0.53 5.05	<0.10 <0.10

LAS

Sobrecarga



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Bomba jockey	3F+N	1.76	3.75	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	42.24	32.50	61.25

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
Bomba jockey	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	3.50 1.07	0.06 0.65	<0.10 <0.10

LAS

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
P01/1	F+N	0.92	5.88	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	86.50	7.80	125.42
P01/2	F+N	0.92	5.88	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	86.50	7.80	125.42
P01/3	F+N	0.92	5.88	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	86.50	7.80	125.42

Cortocircuito

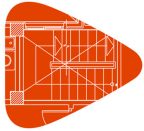
Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
P01/1	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.78 0.92	0.38 3.51	<0.10 <0.10
P101/2	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.78 0.88	0.38 3.77	<0.10 <0.10
P101/3	F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.78 0.83	0.38 4.23	<0.10 <0.10

LAS

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
Reserva	3F+N	3.68	5.31	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	71.81	32.50	104.12

Cortocircuito



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)	I_{cc} máx mín (kA)	T_{Cable} $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)	T_p $CC_{máx}$ $CC_{mín}$ (s)
Reserva	3F+N	Magnetotérmico, Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	6.00	2.78 0.89	0.38 3.69	<0.10 <0.10

10.3. Cálculo de los arrancadores de motor

Los arrancadores de motor previstos en la instalación son:

Esquemas	Tipo de motor	P_n (kW)	I_o/I_B máx	Arrancador	I_o/I_B
Bomba jockey	Trifásica	1.50	4.50	directo	3.14
P101/1	Monofásica	0.79	4.50	directo	1.50
P101/2	Monofásica	0.79	4.50	directo	1.50
P101/3	Monofásica	0.79	4.50	directo	1.50

son:

I_o/I_B máx Relación máxima entre la intensidad de arranque y la de plena carga, según la ITC-BT-47 del REBT.

I_o/I_B Relación máxima entre la intensidad de arranque y la de plena carga conseguida con el arrancador.

11. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

11.1. Resistencia de la puesta a tierra de las masas

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 15.00 Ω .

11.2. Resistencia de la puesta a tierra del neutro

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 10.00 Ω .

11.3. Protección contra contactos indirectos

Esquema de conexión a tierra TT

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

La intensidad de defecto se puede calcular mediante la expresión:

$$I_d = \frac{U_0}{R_A + R_B}$$

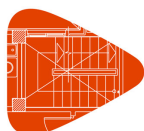
Con:

I_d Corriente de defecto

U_0 Tensión entre fase y neutro

R_A Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas

R_B Resistencia de la toma de tierra del neutro, sea del transformador o de la línea de alimentación



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

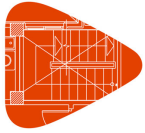
Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
Alumbrado	F+N	2.55	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.15	0.03
Alumbrado emergencia	F+N	0.51	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.15	0.03
Tomas de corriente	3F+N	5.09	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.12	0.03
Bomba jockey	3F+N	3.75	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.20	0.03
P101/1	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
P101/2	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
P101/3	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.18	0.03
Reserva	3F+N	5.31	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.19	0.03

Con:

I_{Δ} Corriente diferencial-residual asignada al DDR.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debido a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodisparo}}$ (A)	I_f (A)
Alumbrado	F+N	2.55	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0048
Alumbrado emergencia	F+N	0.51	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0048
Tomas de corriente	3F+N	5.09	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0067
Bomba jockey	3F+N	3.75	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019
P101/1	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0017
P101/2	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0018
P101/3	F+N	5.88	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0021
Reserva	3F+N	5.31	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0019



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

12. PLIEGO DE CONDICIONES

12.1. Calidad de los materiales

12.1.1. Generalidades

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

12.1.2. Conductores eléctricos

Las líneas de alimentación a cuadros de distribución estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV.

Las líneas de alimentación a puntos de luz y tomas de corriente de otros usos estarán constituidas por conductores de cobre unipolares aislados del tipo H07V-R.

Las líneas de alumbrado de urbanización estarán constituidas por conductores de cobre aislados de 0,6/1

12.1.3. Conductores de neutro

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.

12.1.4. Conductores de protección

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviere partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

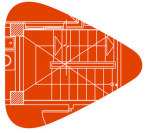
Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

12.1.5. Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.

Procedido por una versión profesional de CYPE



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

12.1.6. Tubos protectores

Clases de tubos a emplear

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

12.2. Normas de ejecución de las instalaciones

12.2.1. Colocación de tubos

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 1-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

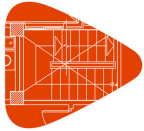
Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

Tubos empotrados

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tees" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

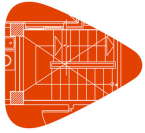
Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

12.2.2. Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

12.2.3. Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

12.2.4. Aparatos de protección

Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

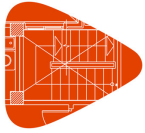
En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

Normas aplicables



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes se ajustarán a la norma IEC 60898-1. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

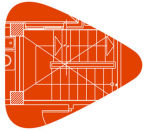
Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

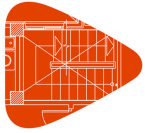
Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

Protección contra contactos directos e indirectos



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

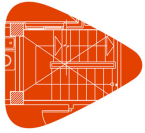
Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

12.2.5. Instalaciones en cuartos de baño o aseo

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Esta limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1: luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

12.2.6. Red equipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción MI-BT 017 para los conductores de protección.

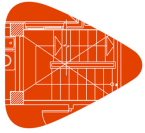
12.2.7. Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por derivaciones desde éste. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

12.2.8. Alumbrado

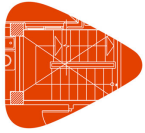
Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reúna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

12.3. Pruebas reglamentarias

12.3.1. Comprobación de la puesta a tierra

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

12.3.2. Resistencia de aislamiento

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a $1000 \times U$, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

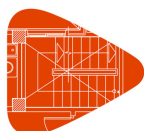
El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

12.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

12.5. Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

12.6. Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

En _____, a ____ de _____ de 2.0____

Fdo.:

13. MEDICIONES

13.1. Magnetotérmicos

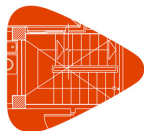
Magnetotérmicos			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
003.001	Ud	Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 3P+N	8.00
003.002	Ud	Terciario (IEC 60947-2); In: 6 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 1P+N	4.00
003.003	Ud	Terciario (IEC 60947-2); In: 25 A; Icu: 6 kA; Curva: C. 1P+N	1.00

13.2. Fusibles

Fusibles			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
004.001	Ud	Tipo gL/gG; In: 20 A; Icu: 120 kA	3.00

13.3. Diferenciales

Diferenciales			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
006.001	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 4P	4.00
006.002	Ud	Selectivo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC. 2P	1.00
006.003	Ud	Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC. 2P	3.00



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

13.4. Arrancadores

Arrancadores			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
009.001	Ud	Directo; motor trifásica	1.00
009.002	Ud	Directo; motor monofásica	3.00

13.5. Cables

Cables			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
010.001	m	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 10 mm ² . Unipolar	50.00
010.002	m	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 6 mm ² . Unipolar	1082.00
010.003	m	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 16 mm ² . Unipolar	50.00
010.004	m	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 2(2x6). Multiconductor	252.00
010.005	m	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 0,6/1 kV Cobre, Poliolefina termoplástica (Z1), 2(4x6). Multiconductor	40.00

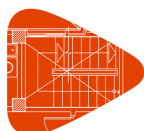
13.6. Canalizaciones

Canalizaciones			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
011.001	m	Tubo 65 mm	10.00
011.002	m	Tubo 50 mm	316.00
011.003	m	Tubo 63 mm	30.00

13.7. Otros

Otros			
Código	Ud	Descripción	Cantidad
017.001	Ud	Interruptor general de maniobra. 3P+N	1.00
017.002	Ud	Contador. 3P+N	1.00
017.003	Ud	Batería. 1P+N	3.00

Producido por una versión no profesional de CYOT



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

14. CUADRO DE RESULTADOS

Acometida (Suministro principal)

Acometida

LGA

LAS

LAS

LAS

LAS

LAS

Acometida

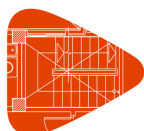
Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Acometida	12257.16	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	19.28	55.68	0.15	0.15	Tubo 65 mm
LGA	12257.16	0.92	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	19.28	42.24	0.25	0.25	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CCmax} (A)	Pdc (kA)	I _{CCmin} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Acometida	19.28	20.00	55.68	12.00	-	3.12	-	-	-
LGA	19.28	20.00	42.24	7.67	120.00	1.76	0.09	-	-

LGA

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
LAS	600.00	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	1.02	42.24	0.01	0.26	Tubo 50 mm
LAS	3000.00	0.85	50.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.09	42.24	0.29	0.55	Tubo 50 mm
LAS	2205.88	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x16)	3.75	72.00	0.02	0.27	Tubo 63 mm
LAS	3002.22	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	15.29	86.50	0.18	0.43	Tubo 50 mm
LAS	3680.00	1.00	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.31	42.24	0.07	0.32	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CCmax} (A)	Pdc (kA)	I _{CCmin} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
LAS	1.02	25.00	42.24	4.16	6.00	1.21	0.25	-	-
LAS	5.09	25.00	42.24	4.16	6.00	0.50	0.25	-	-
LAS	3.75	25.00	72.00	4.16	6.00	1.47	0.25	-	-
LAS	15.29	25.00	86.50	3.34	6.00	1.57	0.25	-	-
LAS	5.31	25.00	42.24	4.16	6.00	1.21	0.25	-	-



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Alumbrado	500.00	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	2.55	50.88	0.23	0.50	Tubo 50 mm
Alumbrado emergencia	100.00	0.85	40.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	0.51	50.88	0.05	0.31	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} _{máx} (A)	Pdc (kA)	I _{cc} _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Alumbrado	2.55	25.00	50.88	2.37	6.00	0.55	0.25	9.15	30
Alumbrado emergencia	0.51	6.00	50.88	2.37	6.00	0.55	0.06	9.15	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Tomas de corriente	3000.00	0.85	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	5.09	42.24	0.12	0.66	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} _{máx} (A)	Pdc (kA)	I _{cc} _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Tomas de corriente	5.09	25.00	42.24	1.18	6.00	0.38	0.25	9.12	30

LAS

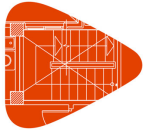
Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Bomba jockey	2205.88	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	3.75	42.24	0.04	0.31	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} _{máx} (A)	Pdc (kA)	I _{cc} _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
Bomba jockey	3.75	25.00	42.24	3.50	6.00	1.07	0.25	9.20	30

LAS

Descripción	Pot. Calc. (W)	cos ϕ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
P101/1	1154.70	0.85	35.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	86.50	0.24	0.67	Tubo 50 mm
P101/2	1154.70	0.85	38.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	86.50	0.26	0.69	Tubo 50 mm
P101/3	1154.70	0.85	43.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(2x6) + 2(TTx6)	5.88	86.50	0.29	0.72	Tubo 50 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc} _{máx} (A)	Pdc (kA)	I _{cc} _{mín} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
P101/1	5.88	6.00	86.50	2.78	6.00	0.92	0.06	9.18	30
P101/2	5.88	6.00	86.50	2.78	6.00	0.88	0.06	9.18	30
P101/3	5.88	6.00	86.50	2.78	6.00	0.83	0.06	9.18	30



Proyecto: Instalación eléctrica

Situación:

Promotor:

LAS

Descripción	Pot.Calc. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	I _B (A)	I _Z (A)	ΔU (%)	ΔU_{ac} (%)	Canaliz. (mm)
Reserva	3680.00	1.00	20.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(4x6) + 2(TTx6)	5.31	71.81	0.07	0.40	Tubo 63 mm

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CCmax} (A)	P _{dc} (kA)	I _{CCmin} (A)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Reserva	5.31	25.00	71.81	2.78	6.00	0.89	0.25	9.19	30

[Producido por una versión no profesional de CYPE](#)

3 Planos

La normativa aplicada para las escalas de los planos es la UNE-EN 5455 Dibujo Técnico. Escala.

Las escalas aceptadas por la normativa son las siguientes:

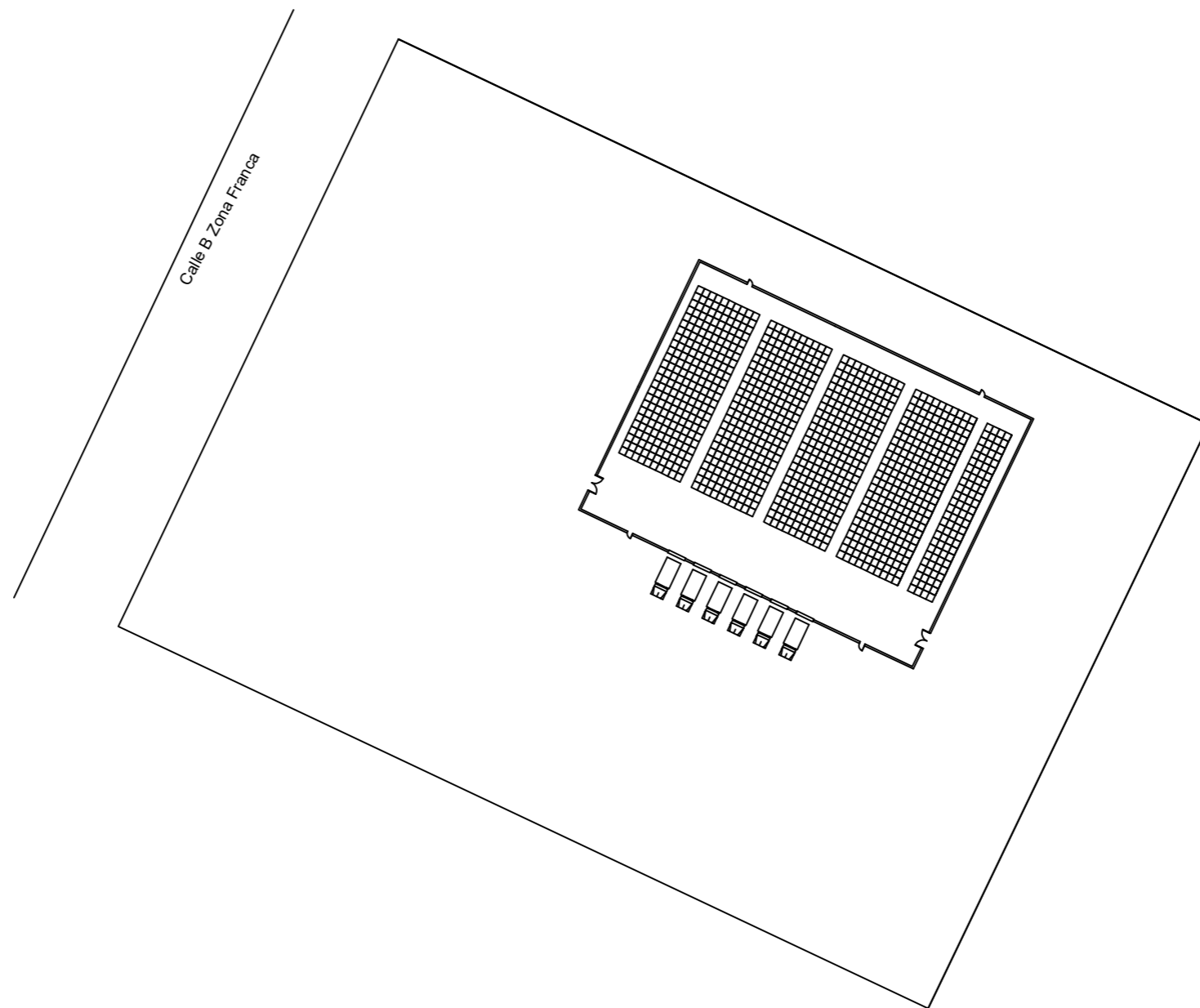
Tabla 3.1. Escalas recomendadas para utilización en dibujos técnicos.

Categoría	Escala recomendada		
Escalas de ampliación	50:1 5:1	20:1 2:1	10:1
Tamaño natural	1:1		
Escalas de reducción	1:2 1:20 1:200 1:2 000	1:5 1:50 1:500 1:5 000	1:10 1:100 1:1 000 1:10 000

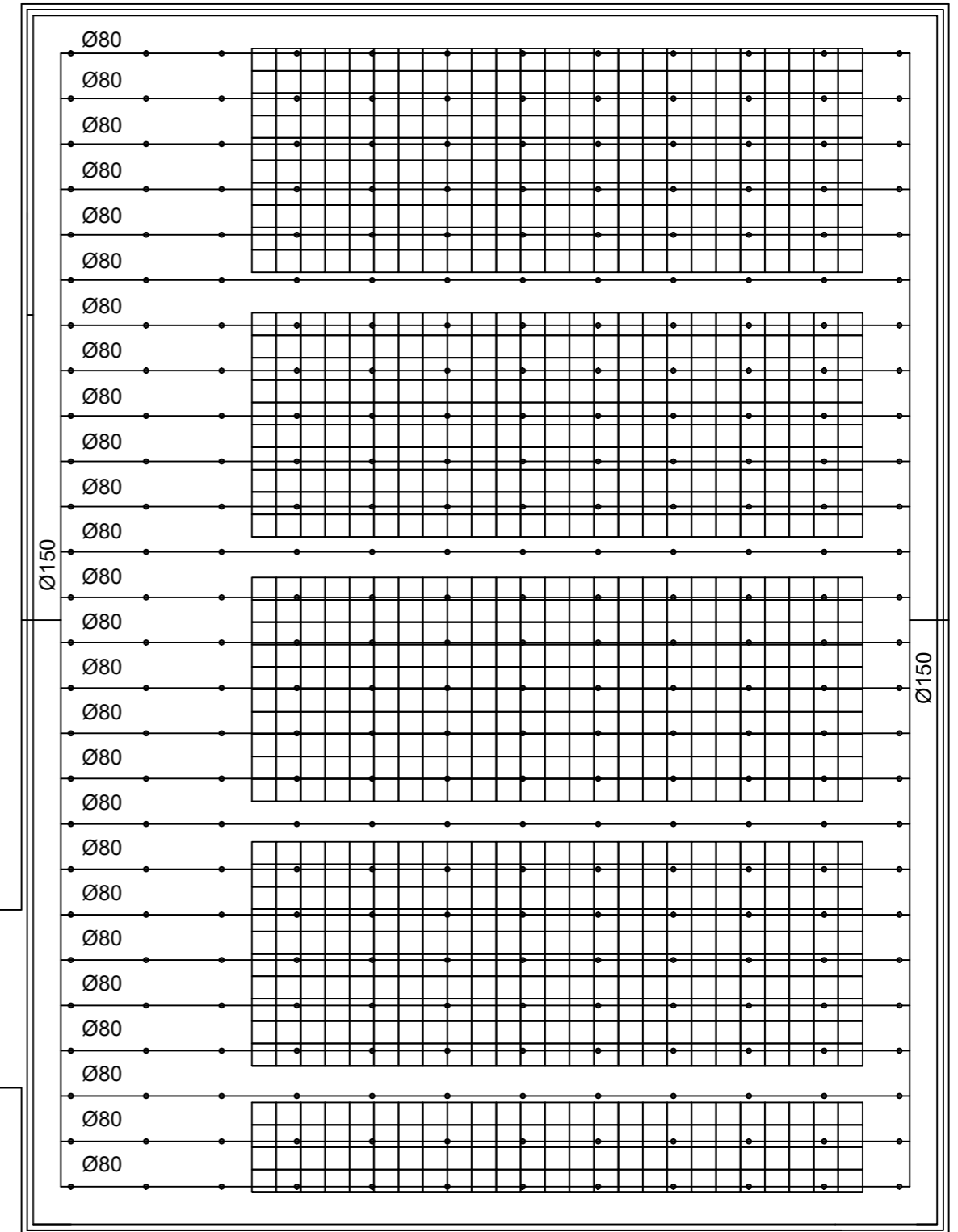
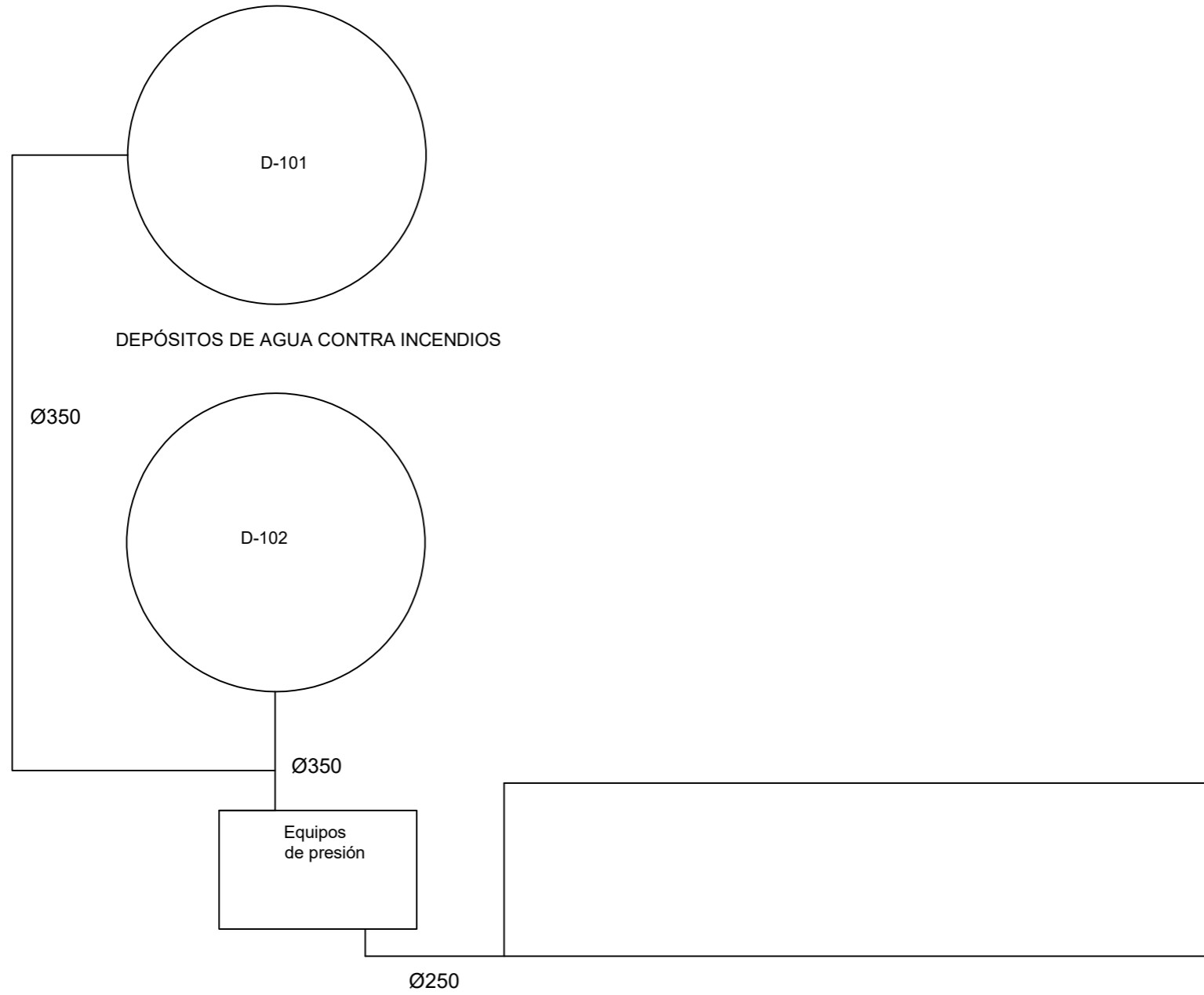
La normativa permite que, por razones funcionales, y en caso de no poder aplicar las escalas recomendadas se puedan escoger escalas intermedias, es el caso del plano 3,4 y 5, que se utiliza una escala 1:300.

A continuación, se listan los planos realizados y adjuntados a continuación.

Plano 1 - Emplazamiento	Plano 13 – Detalle uniones tipo 5 y 8
Plano 2 – Distribución de rociadores	Plano 14 – Detalle unión tipo 6
Plano 3 – Distribución de hidrantes	Plano 15 – Detalle unión tipo 7
Plano 4 – Distribución de BIE	Plano 16 – Detalle vigas de atado
Plano 5 – Diagrama grupo de presión	Plano 17 – Detalle cimentación
Plano 6 – Distribución sala de bombas	Plano 18 – Detalle zapatas
Plano 7 – Alzado sala de bombas	Plano 19 – Instalación eléctrica sala bombas
Plano 8 – Posterior sala de bombas	Plano 20 – Esquema unifilar sala bombas
Plano 9 – Referencia y simbología	Plano 21 – Detalle línea acometida
Plano 10 – Explicación uniones soldadas	Plano 22 – Detalle línea 1 LGA
Plano 11 – Detalle uniones tipo 1 y 2	Plano 23 – Detalle línea 2 y 3 LSA
Plano 12 – Detalle uniones tipo 3 y 4	Plano 24 – Detalle línea 4 LSA
	Plano 25 – Detalle línea 5 y 6 LSA

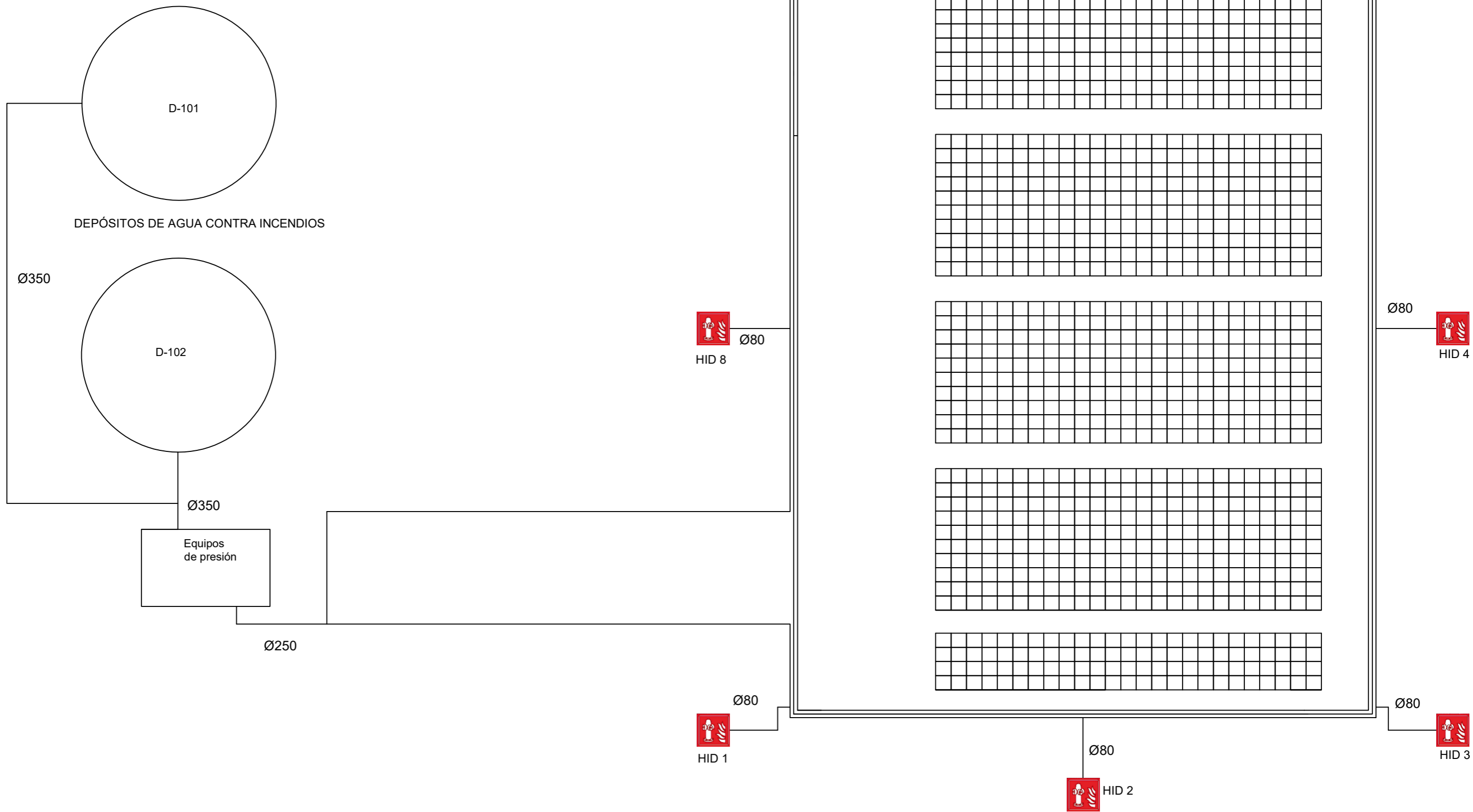


Línea aspiración bomba Ø350
 Línea general de distribución Ø250
 Colector rociadores Ø150
 Línea rociadores Ø80



HID: HIDRANTES

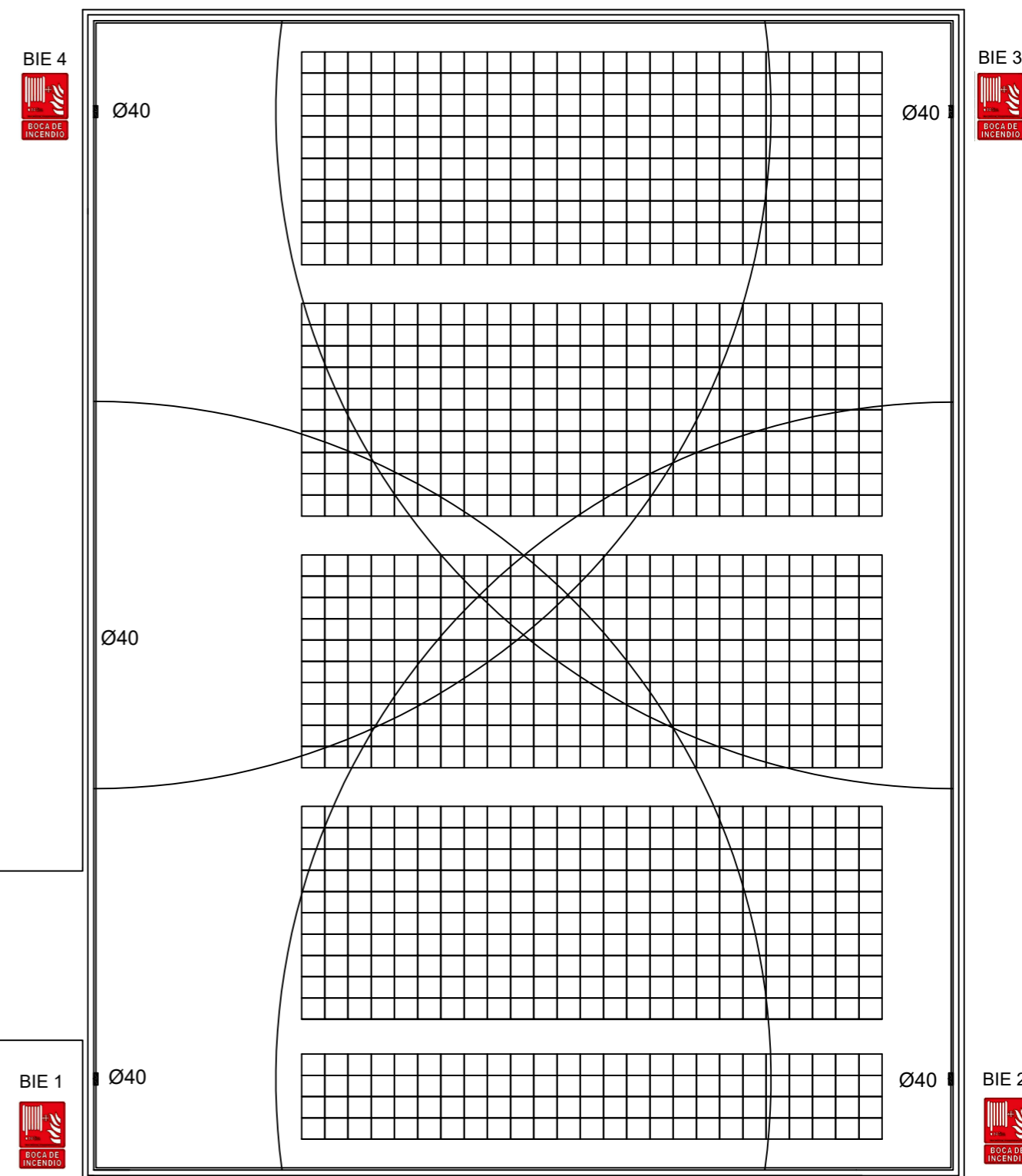
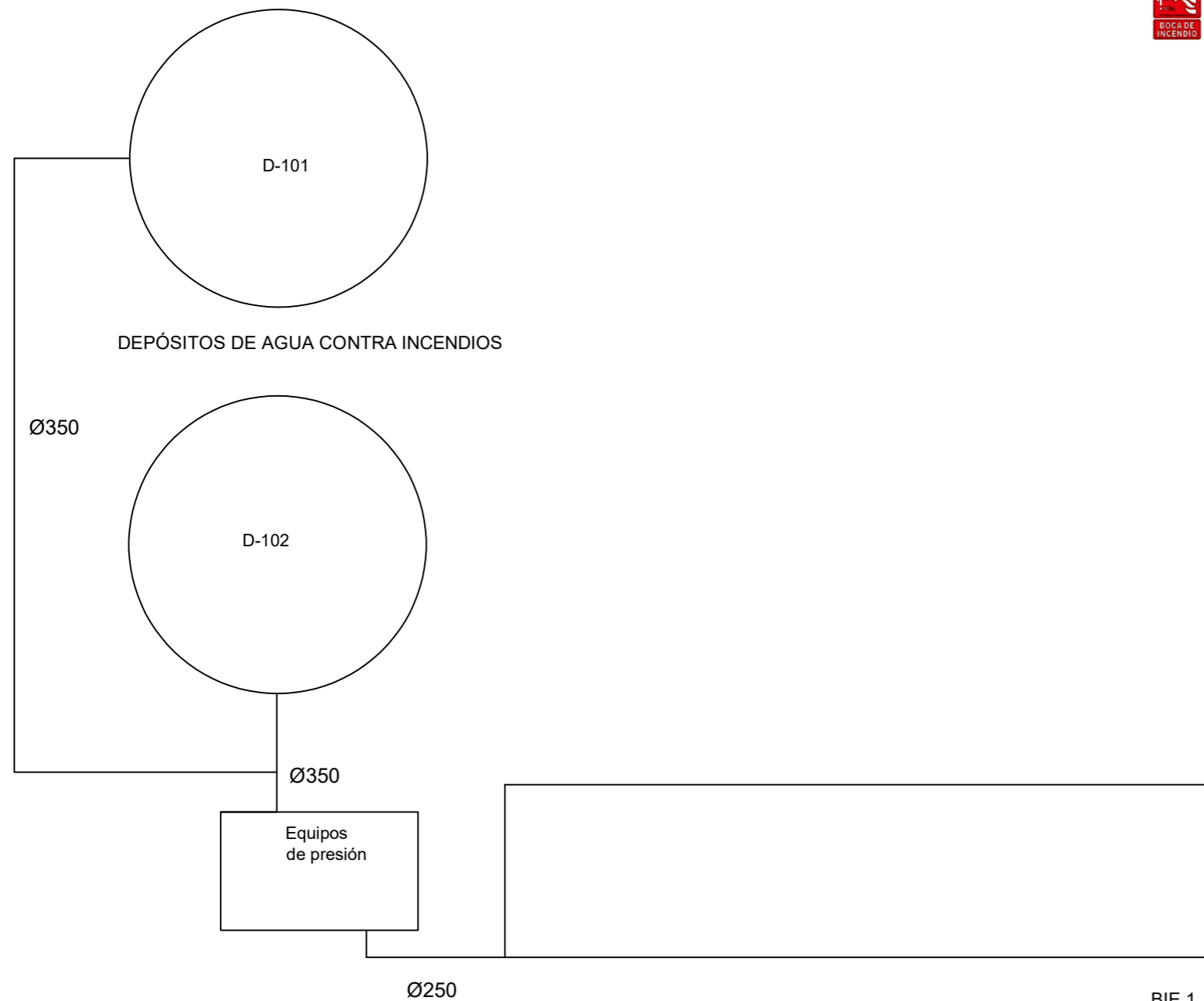
Línea aspiración bomba Ø350
Línea general de distribución Ø250
Línea hidrante Ø80

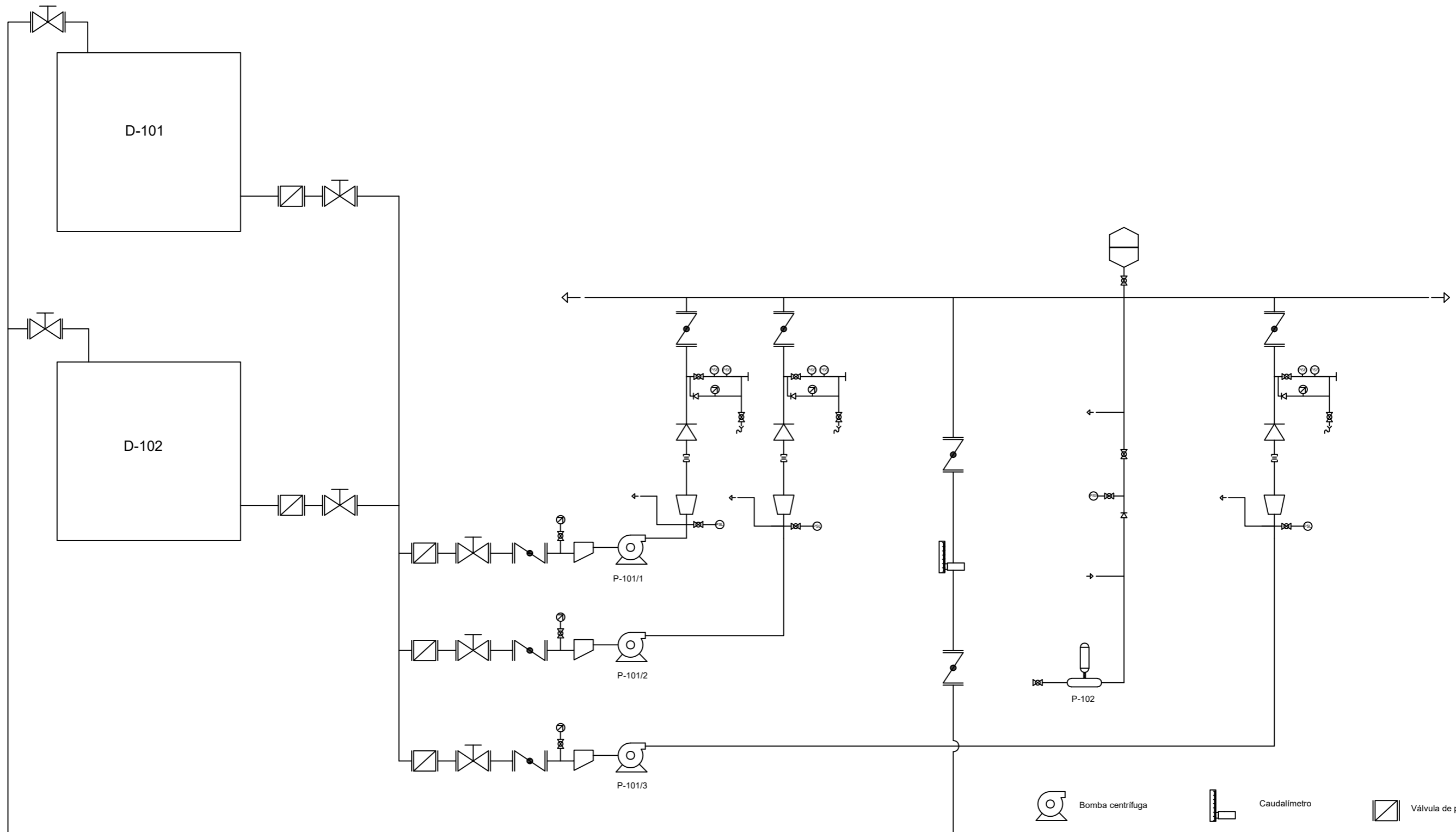




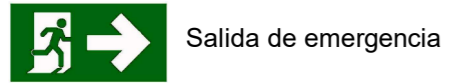
BIE: BOCA DE INCENDIO EQUIPADA

Línea aspiración bomba Ø350
Línea general de distribución Ø250
Línea BIE Ø40





- | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|------------------------|--|---------------------|
| | Bomba centrífuga | | Caudalímetro | | Válvula de pie |
| | Tanque de presión de membrana | | Divergente excéntrica | | Bomba jockey |
| | Presostato | | Divergente concéntrica | | Válvula manual |
| | Conexión de drenaje | | Válvula de retención | | Válvula de mariposa |
| | Acoplamiento ranurado | | Válvula de bola | | Manómetro |



Salida de emergencia

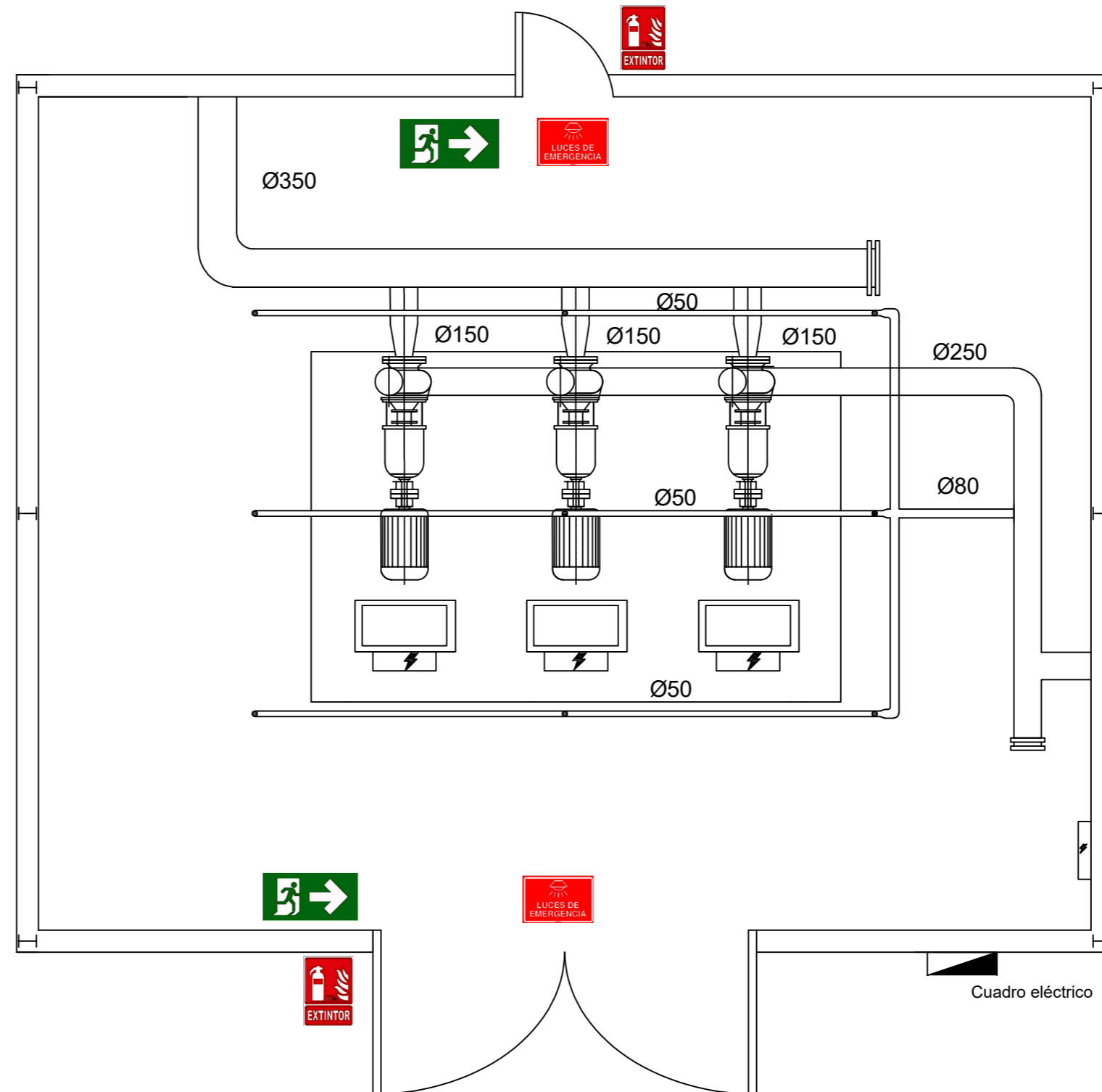


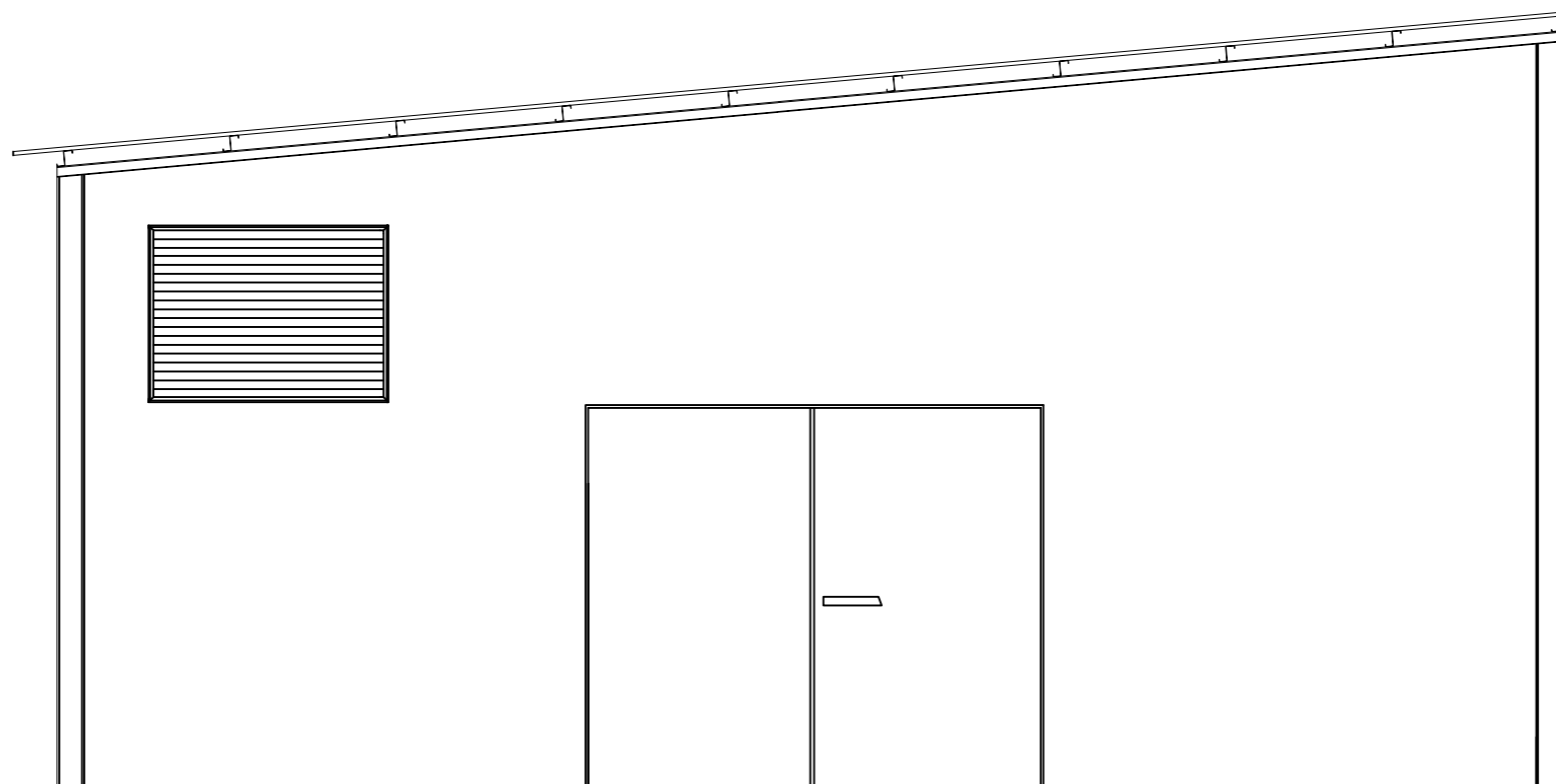
Luz de emergencia

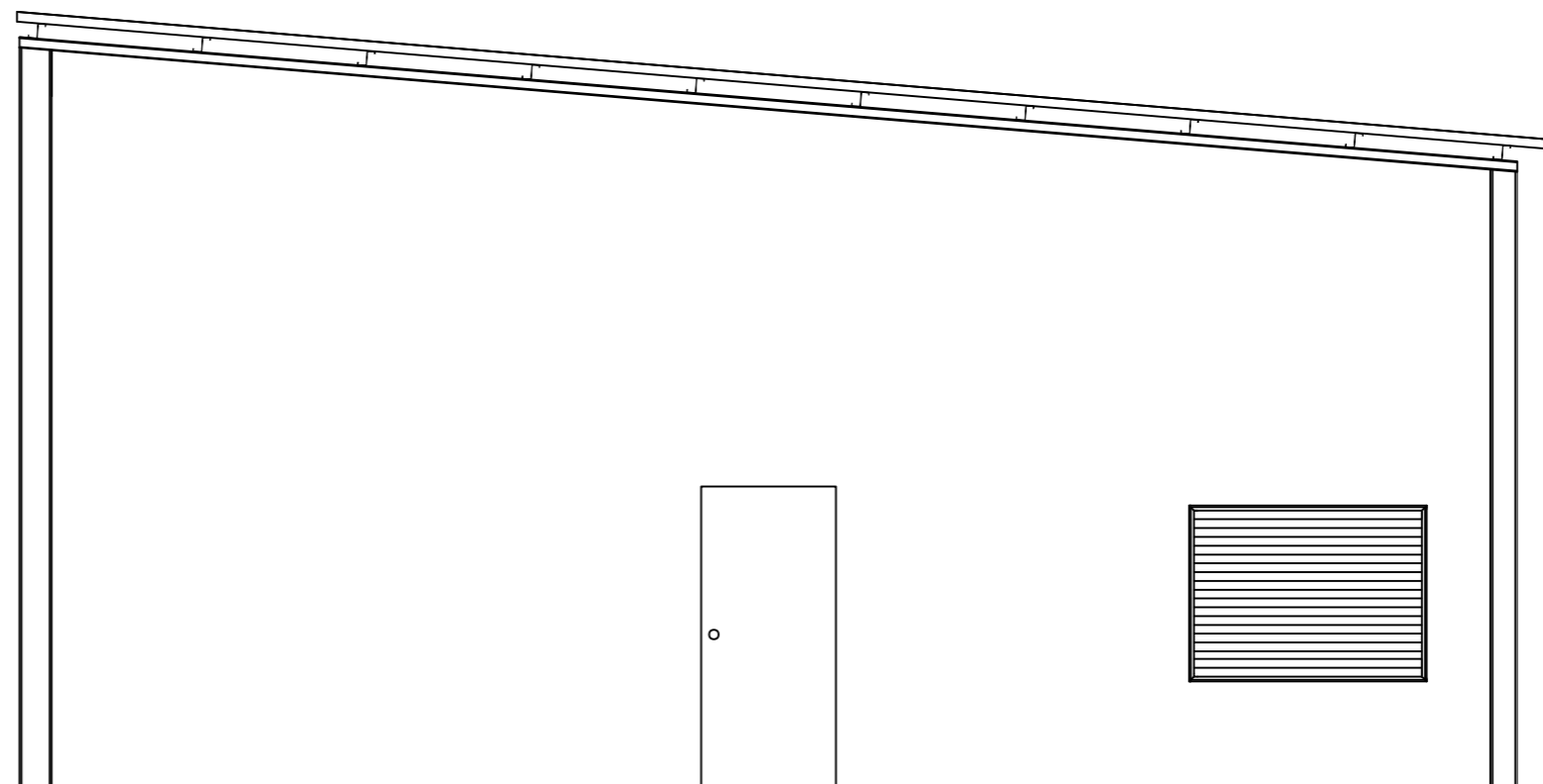


Extintor

⚡ Armario eléctrico de bombas

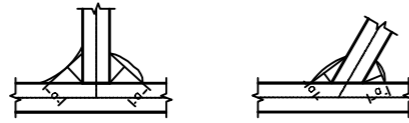






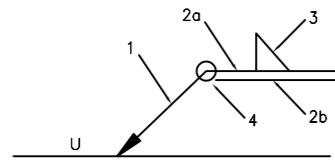
REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Artículo 4.5.2 (1)



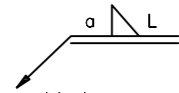
L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS



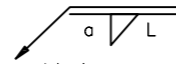
Referencias 1, 2a y 2b

- Referencias:
 1: línea de la flecha
 2a: línea de referencia (línea continua)
 2b: línea de identificación (línea a trazos)
 3: símbolo de soldadura
 4: indicaciones complementarias
 U: Unión



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencia 3



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

Pórtico 2 v3

NORMA:

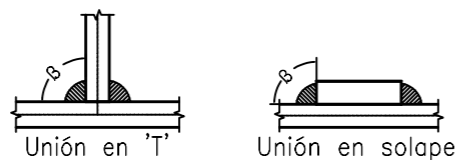
Código Estructural: Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Article 4. Welded connections.

MATERIALES:

- Perfiles (Material base): S275 (UNE-EN 10025-2).
- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo b comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Para ángulos $b > 120$ (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
 - Para ángulos $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



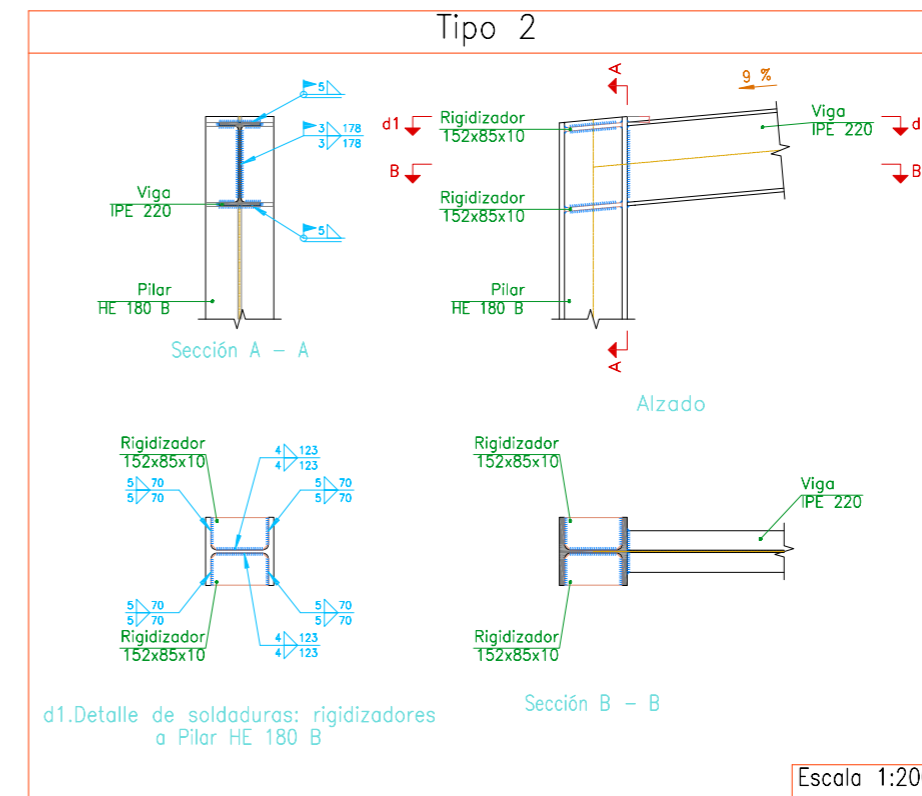
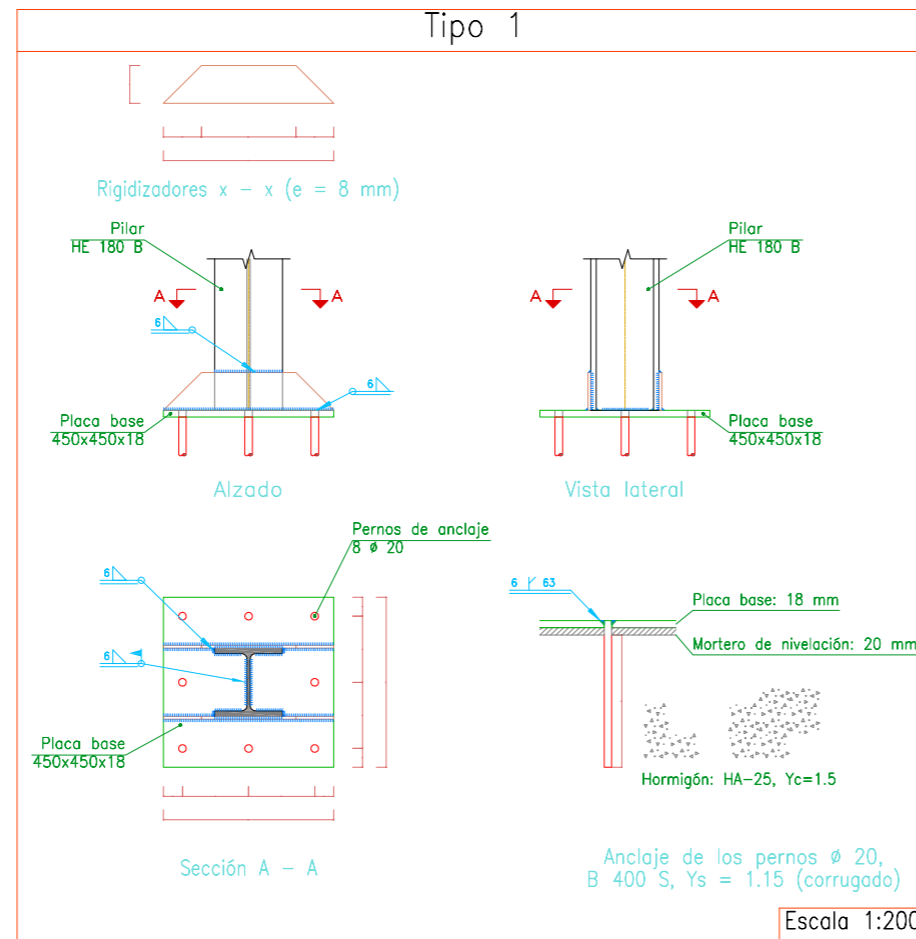
COMPROBACIONES:

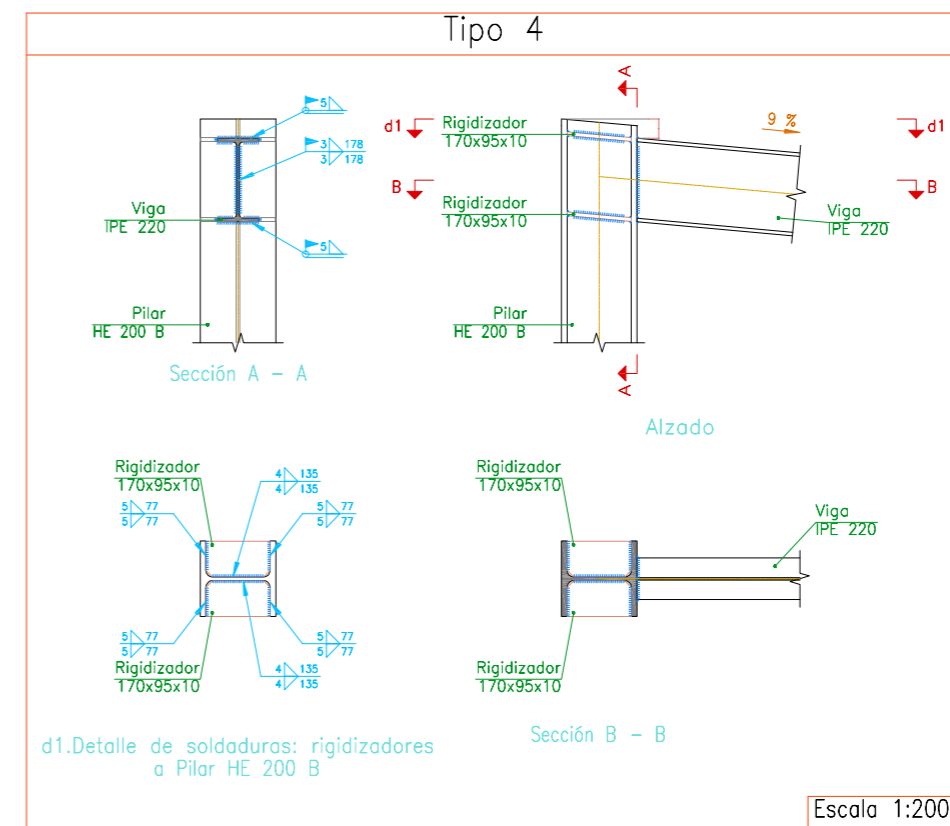
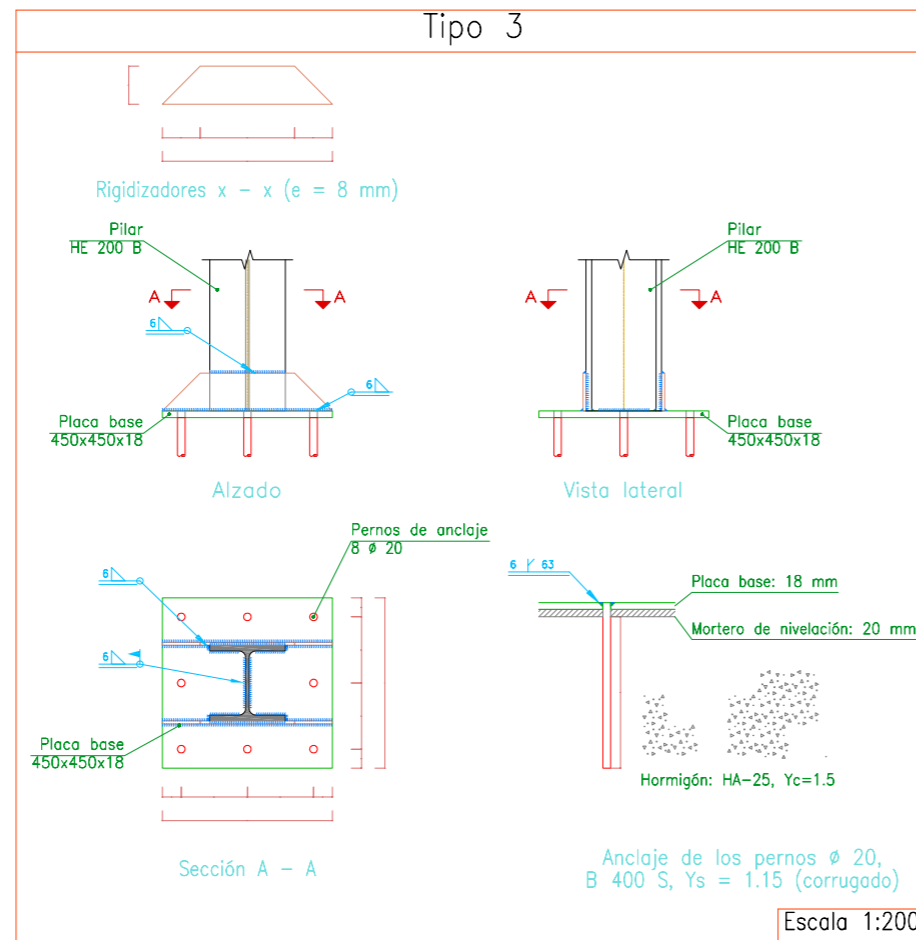
- Cordones de soldadura a tope con penetración total:**
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:**
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.
- Cordones de soldadura en ángulo:**
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

Soldaduras				
f (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	595
			4	7665
			5	6838
			6	9337
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	2815
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	2140
			5	3183
6			2914	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Rigidizadores	8	152x85x10	8.15
		8	170x95x10	10.18
		4	98x55x10	1.70
		4	134x75x10	3.17
	Chapas	1	61x187x7	0.63
		1	88x188x8	1.04
	Total			

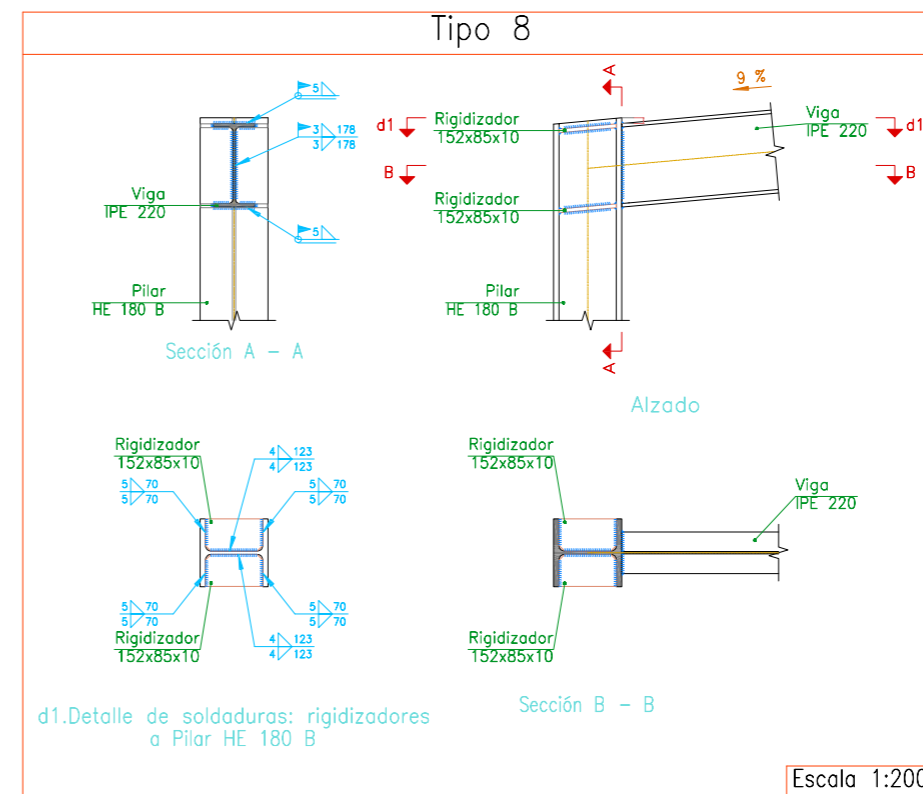
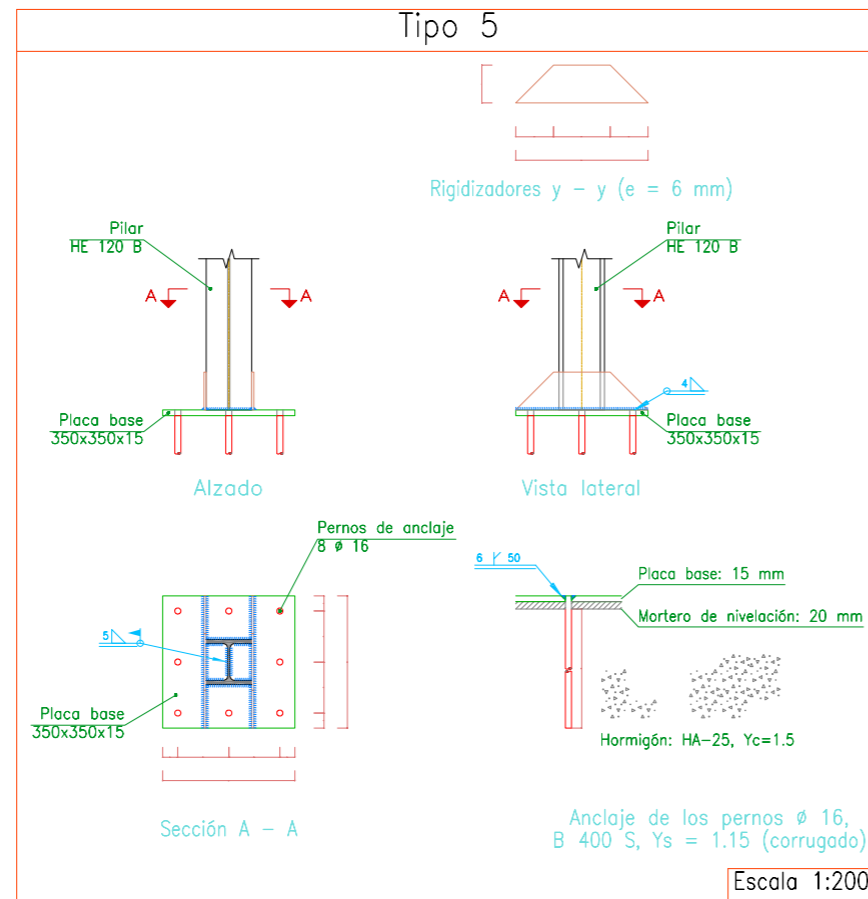
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	2	350x350x15	28.85
		4	450x450x18	114.45
	Rigidizadores pasantes	4	350/150x100/0x6	4.71
		8	450/250x100/0x8	17.58
	Total			
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	16	$\phi 16 - L = 401$	10.13
		24	$\phi 20 - L = 458$	27.11
		8	$\phi 20 - L = 408$	8.05
	Total			





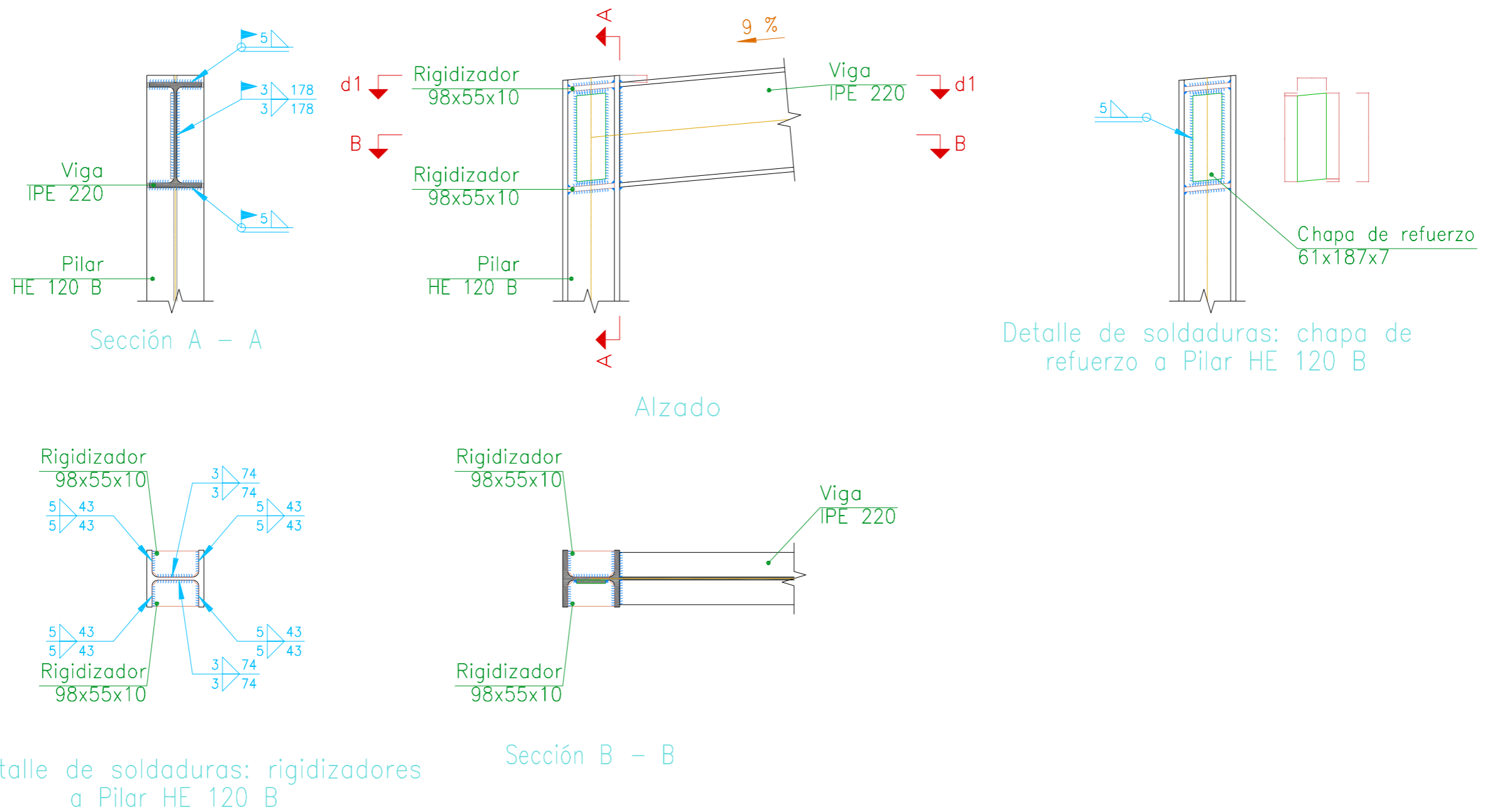
Producido por una versión no profesional de CYPE

Pórtico 2 v3



Producido por una versión no profesional de CYPE

Tipo 6

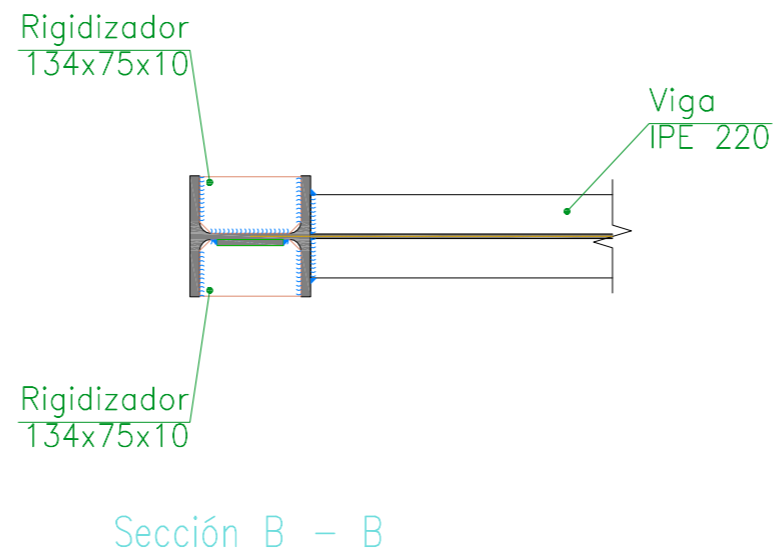
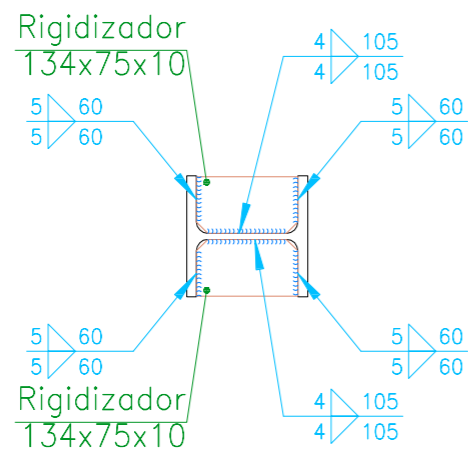
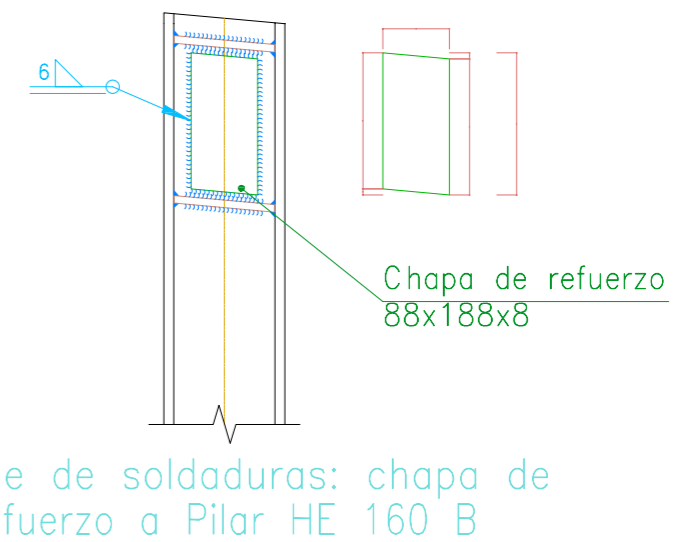
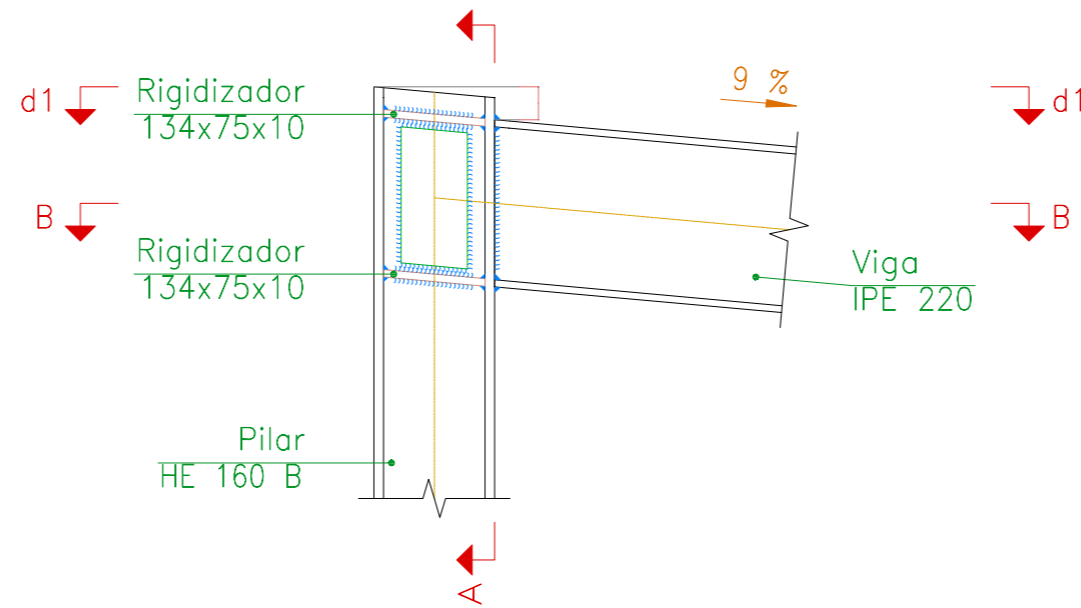
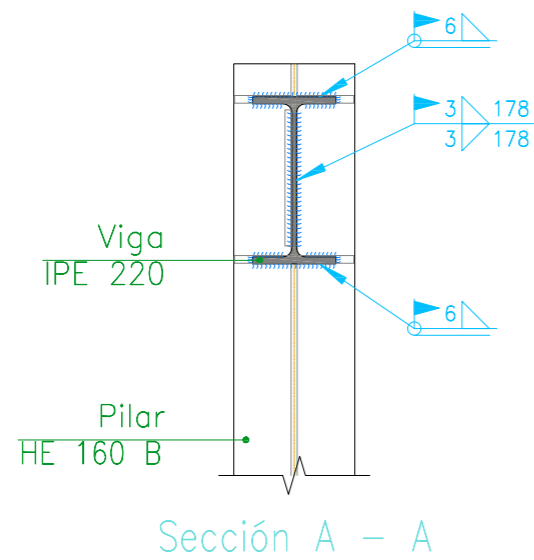


Escala 1:100

Pórtico 2 v3

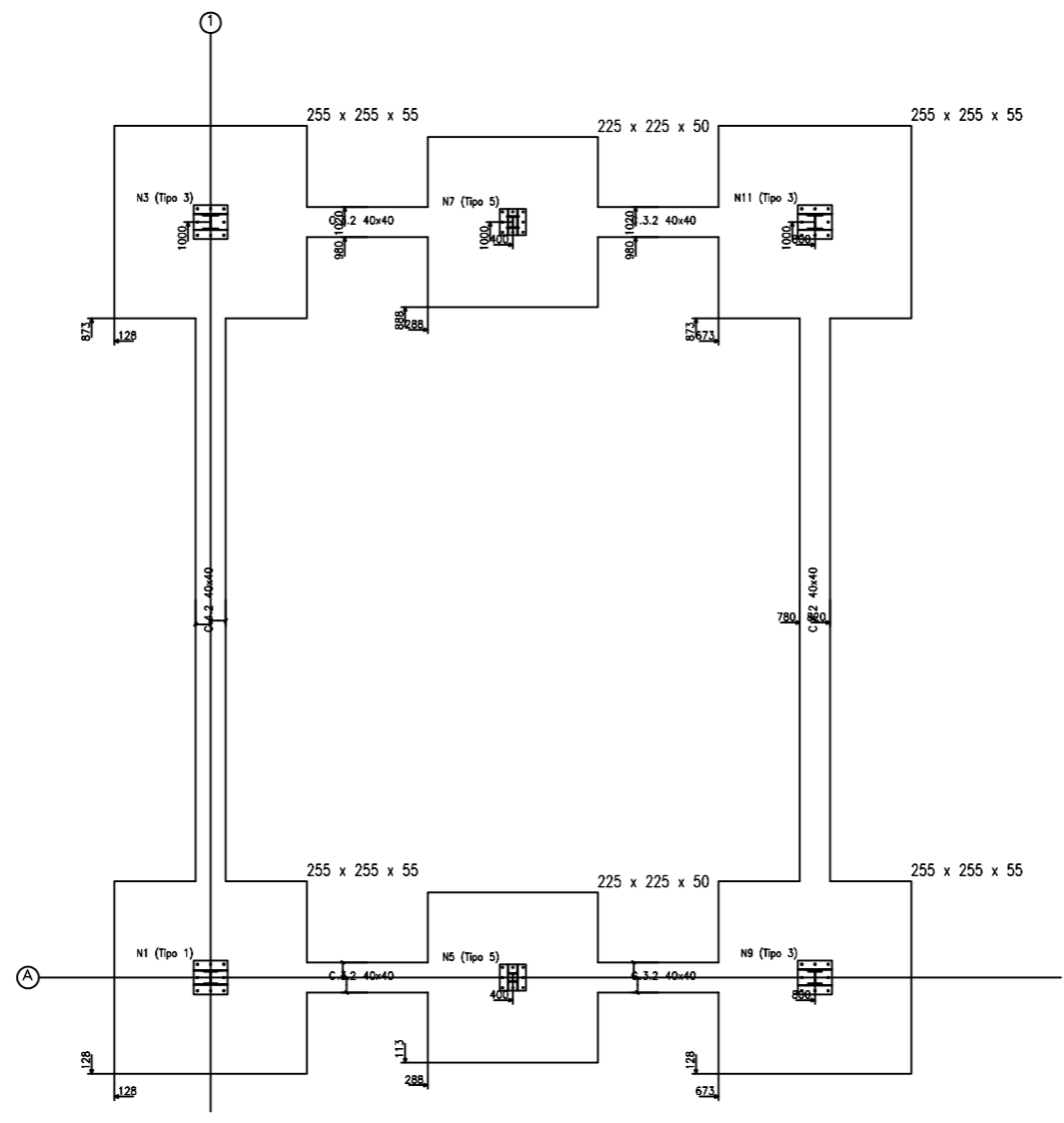
Producido por una versión no profesional de CYPE

Tipo 7



Escala 1:100

Pórtico 2 v3



Cota del plano de cimentación: 0 m

Cuadro de anclajes		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N11, N9 y N1	8 Pernos # 20	Placa base (450x450x18)
N7 y N5	8 Pernos # 20	Placa base (450x450x18)
N7 y N5	8 Pernos # 16	Placa base (350x350x15)

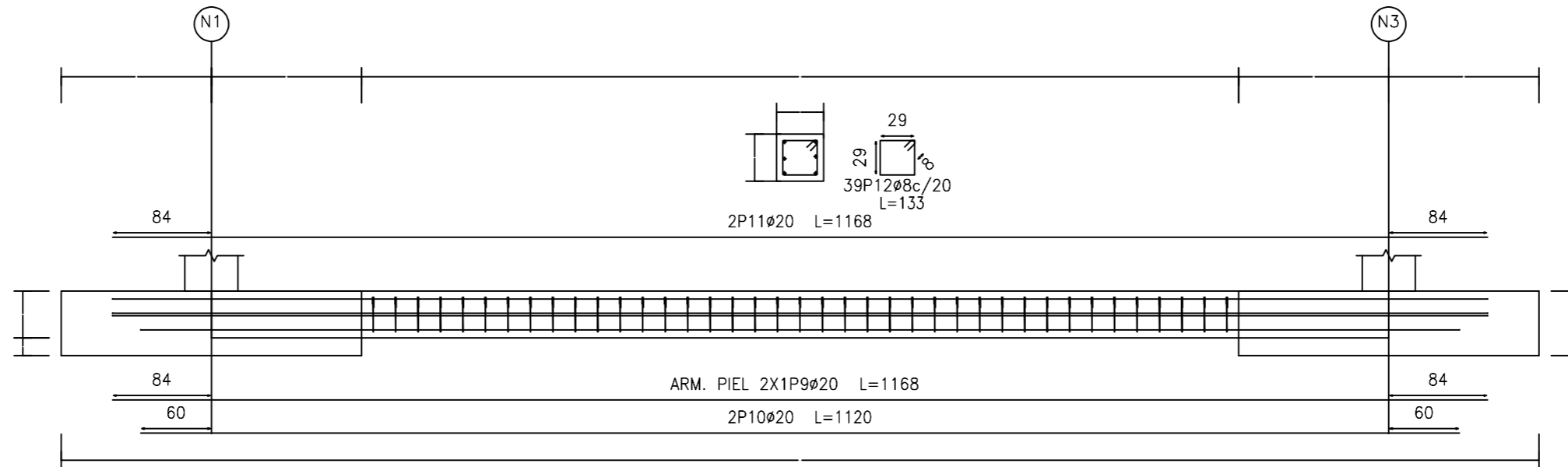
Pórtico 2 v3
Escala: 1:50

CUADRO DE VIGAS DE ATADO			
	C.4.2 Arm. sup.: 2#20 Arm. inf.: 2#20 Arm. piel: 1x2#20 Estribos: 1x#8c/20		C.3.2 Arm. sup.: 2#20 Arm. inf.: 2#20 Estribos: 1x#6c/20

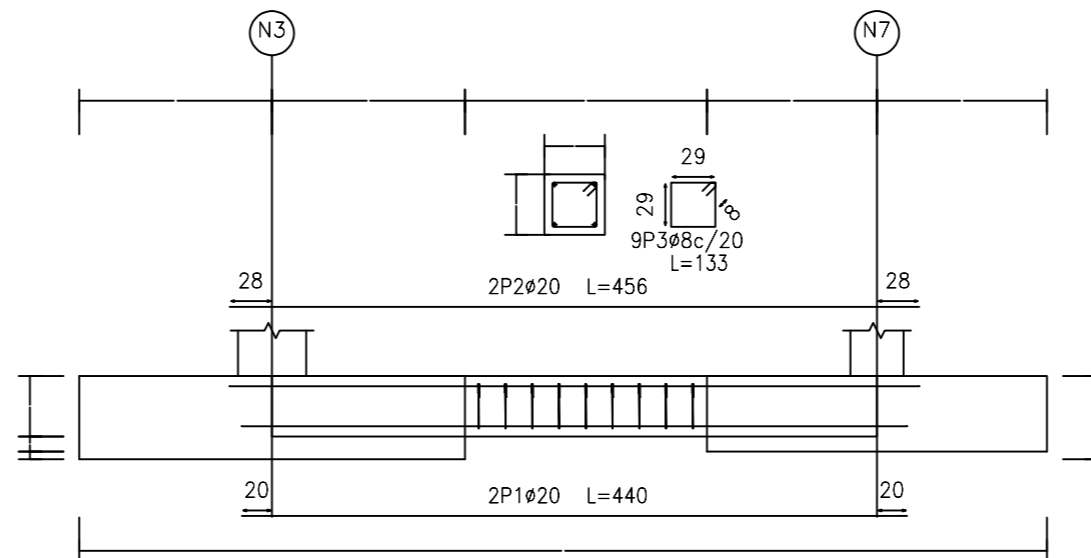
Resumen Acero		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje	Ø8	151.6	66	
	Ø12	609.4	595	
	Ø20	209.9	569	1230

Cuadro de anclajes		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N11, N9 y N1	8 Pernos # 20	Placa base (450x450x18)
N7 y N5	8 Pernos # 16	Placa base (350x350x15)

C [N1-N3] y C [N11-N9]



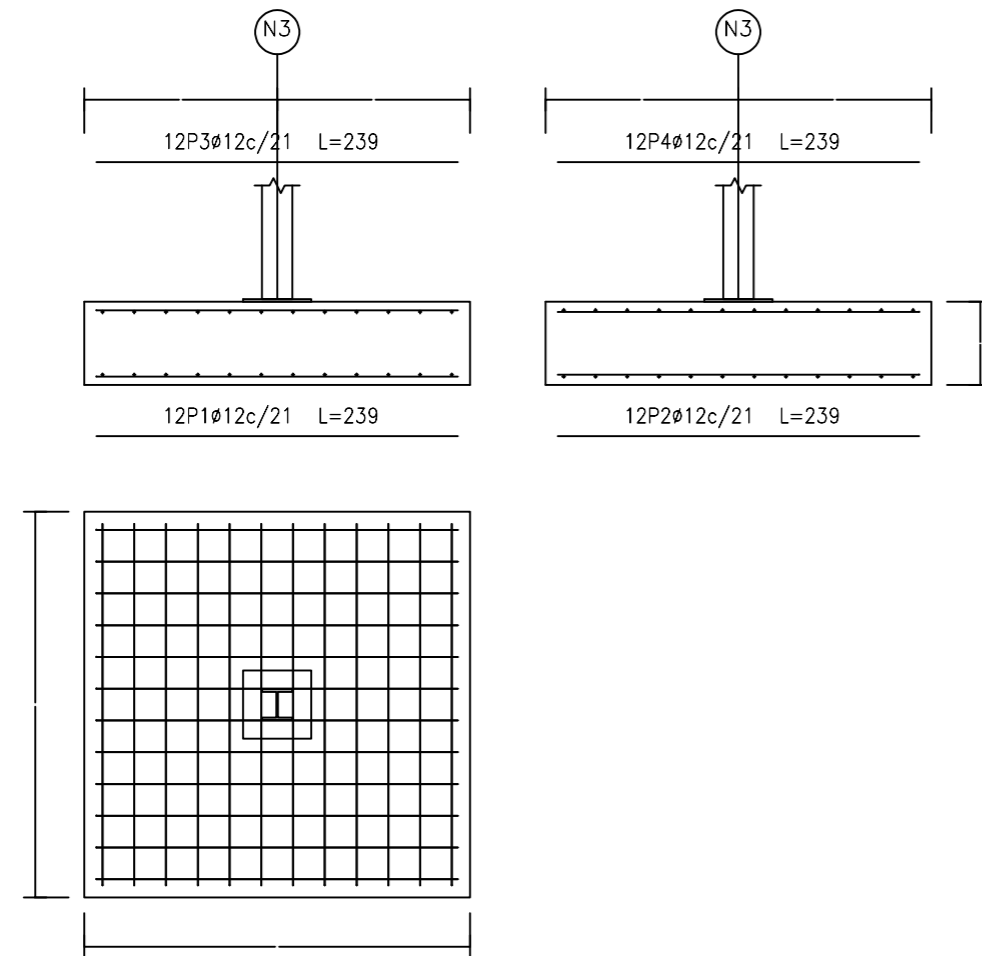
C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]



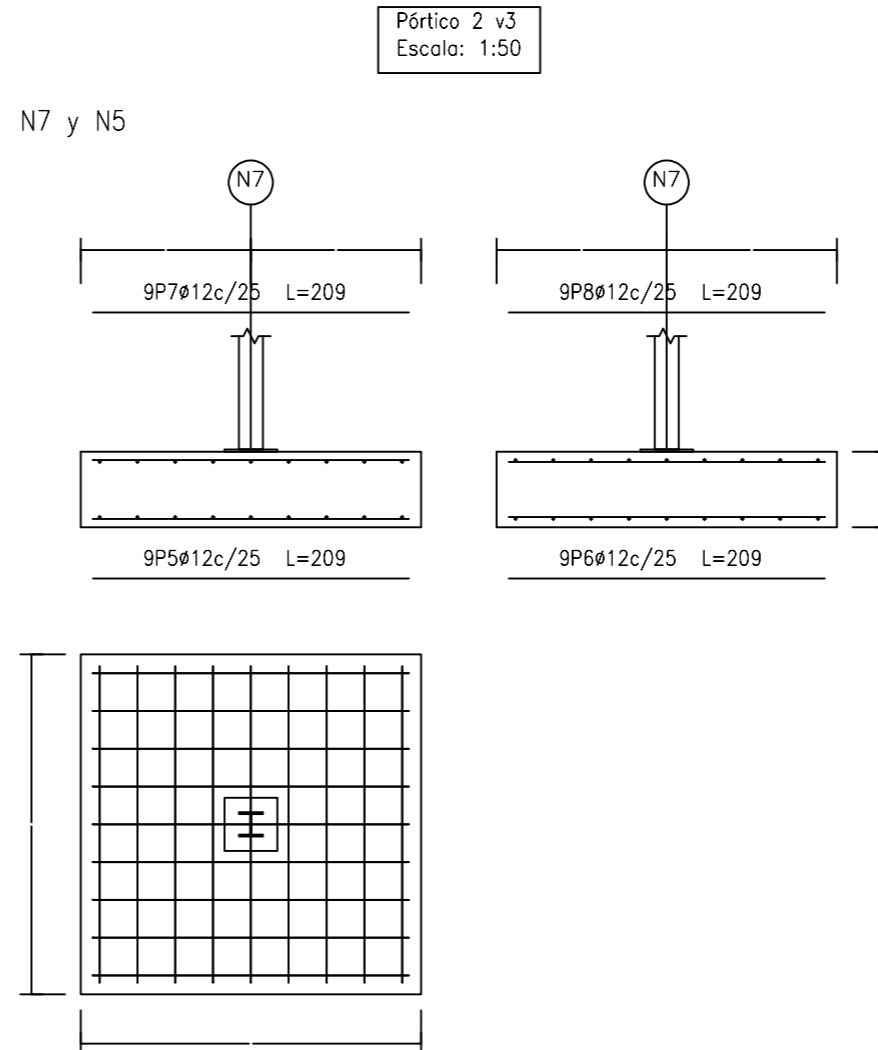
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N3=N11=N9=N1	1	Ø12	12	239	2868	25.5
	2	Ø12	12	239	2868	25.5
	3	Ø12	12	239	2868	25.5
	4	Ø12	12	239	2868	25.5
Total+10% (x4):					1122	448.8
N7=N5	5	Ø12	9	209	1881	16.7
	6	Ø12	9	209	1881	16.7
	7	Ø12	9	209	1881	16.7
	8	Ø12	9	209	1881	16.7
Total+10% (x2):					73.5	147.0
C [N1-N3]=C [N11-N9]	9	Ø20	2	1168	2336	57.6
	10	Ø20	2	1120	2240	55.2
	11	Ø20	2	1168	2336	57.6
	12	Ø8	39	133	5187	20.5
Total+10% (x2):					210.0	420.0
					Ø8:	45.2
					Ø12:	595.8
					Ø20:	374.8
					Total:	1015.8

Producido por una versión no profesional de CYPE

N3, N11, N9 y N1













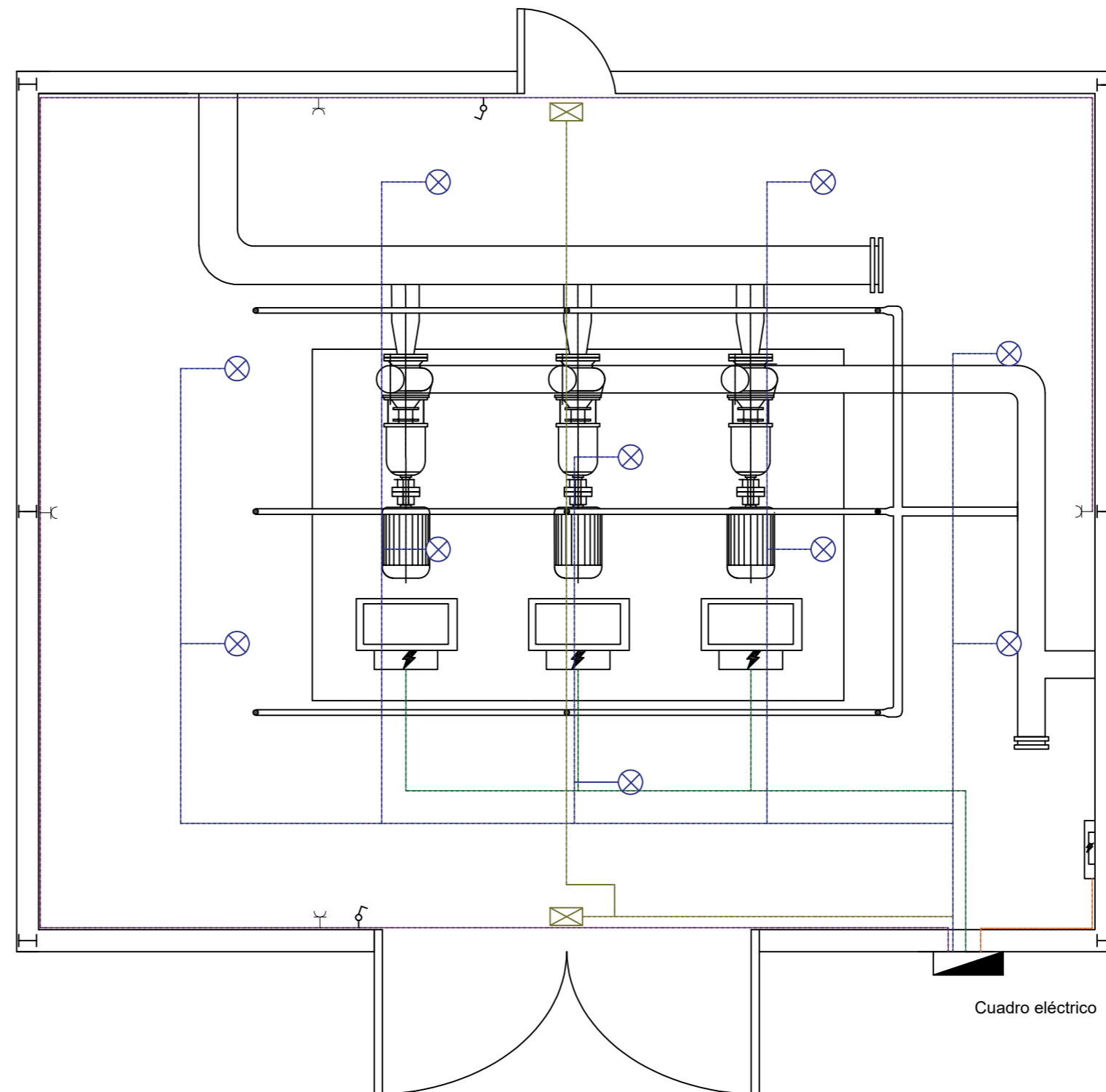
N7 y N5

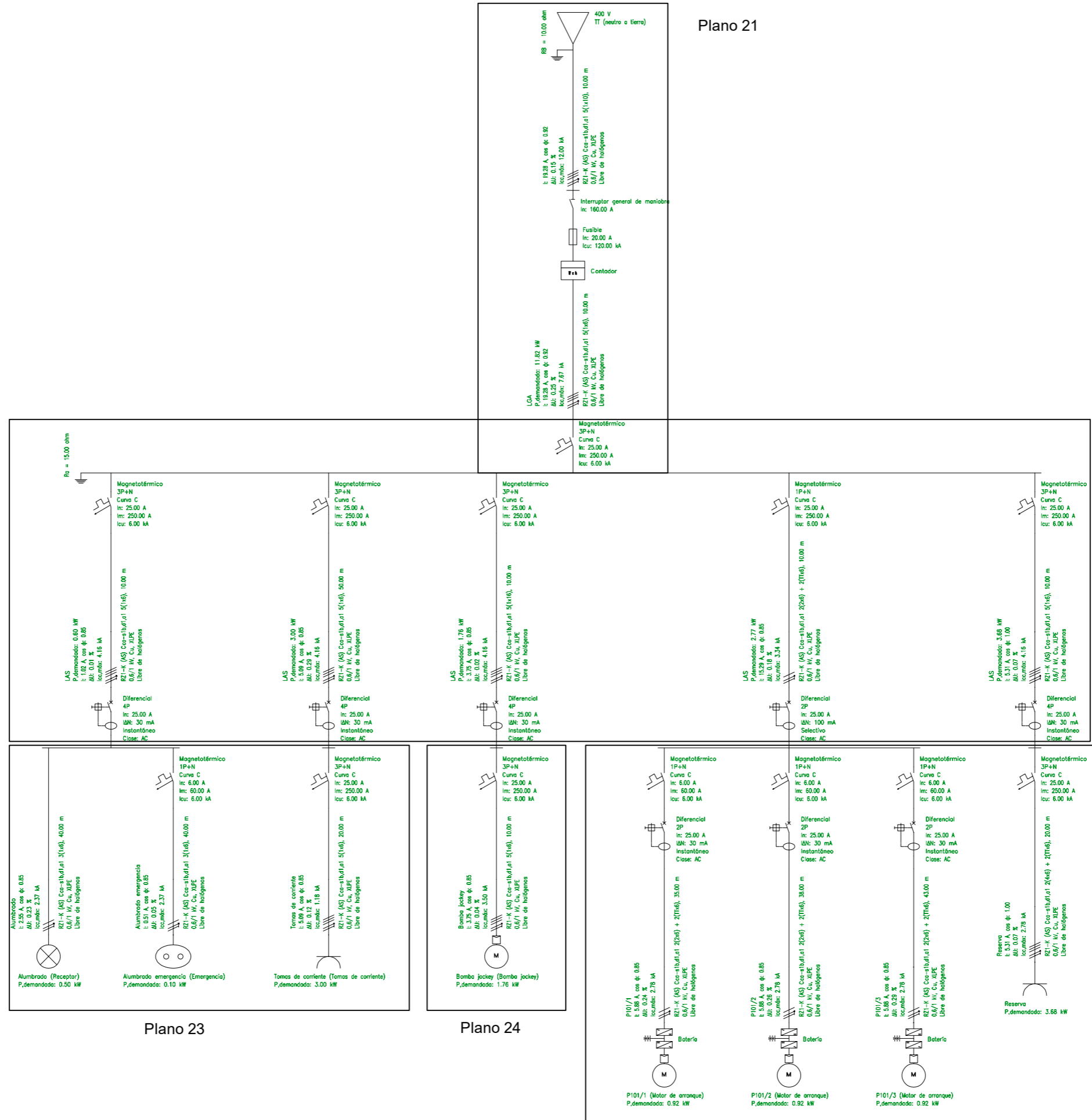


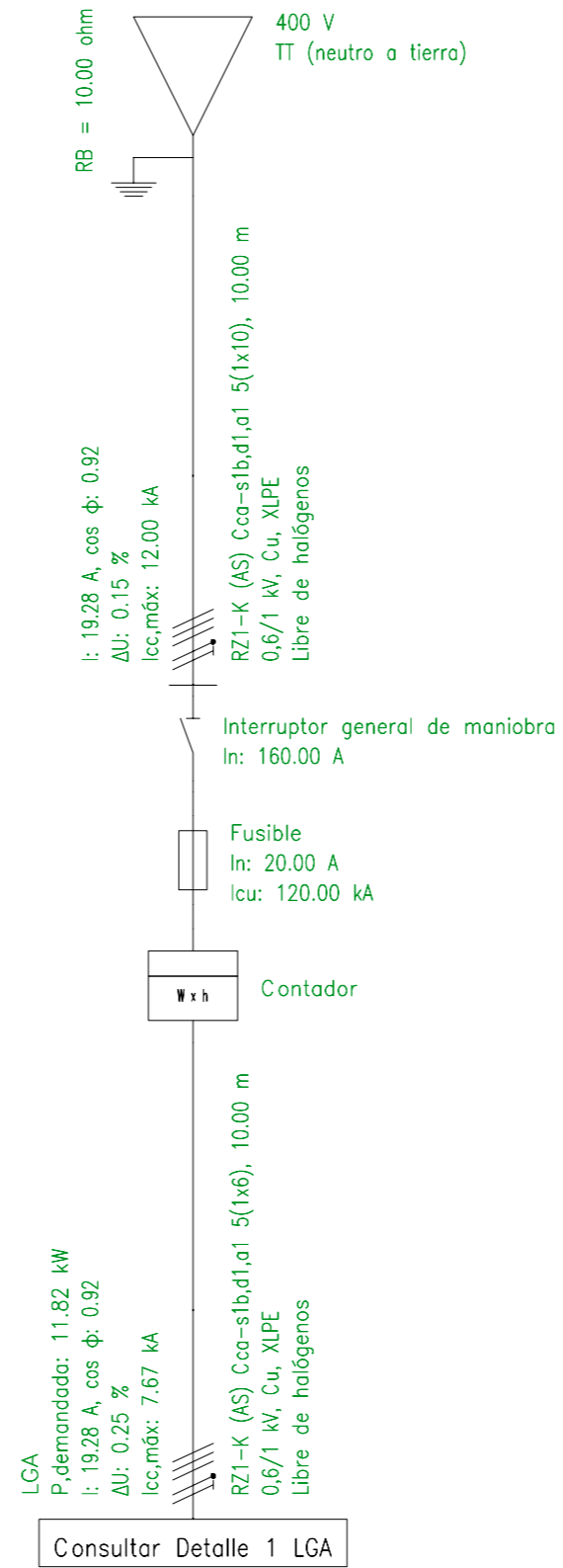
Pórtico 2 v3
Escala: 1:50

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N3=N11=N9=N1	1	ø12	12	239	2868	25.5
	2	ø12	12	239	2868	25.5
	3	ø12	12	239	2868	25.5
	4	ø12	12	239	2868	25.5
Total+10%: (x4):					112.2	448.8
N7=N5	5	ø12	9	209	1881	16.7
	6	ø12	9	209	1881	16.7
	7	ø12	9	209	1881	16.7
	8	ø12	9	209	1881	16.7
Total+10%: (x2):					73.5	147.0
C [N1-N3]=C [N11-N9]	9	ø20	2	1168	2336	57.6
	10	ø20	2	1120	2240	55.2
	11	ø20	2	1168	2336	57.6
	12	ø8	39	133	5187	20.5
Total+10%: (x2):					210.0	420.0
					ø8:	45.2
					ø12:	595.8
					ø20:	374.8
					Total:	1015.8

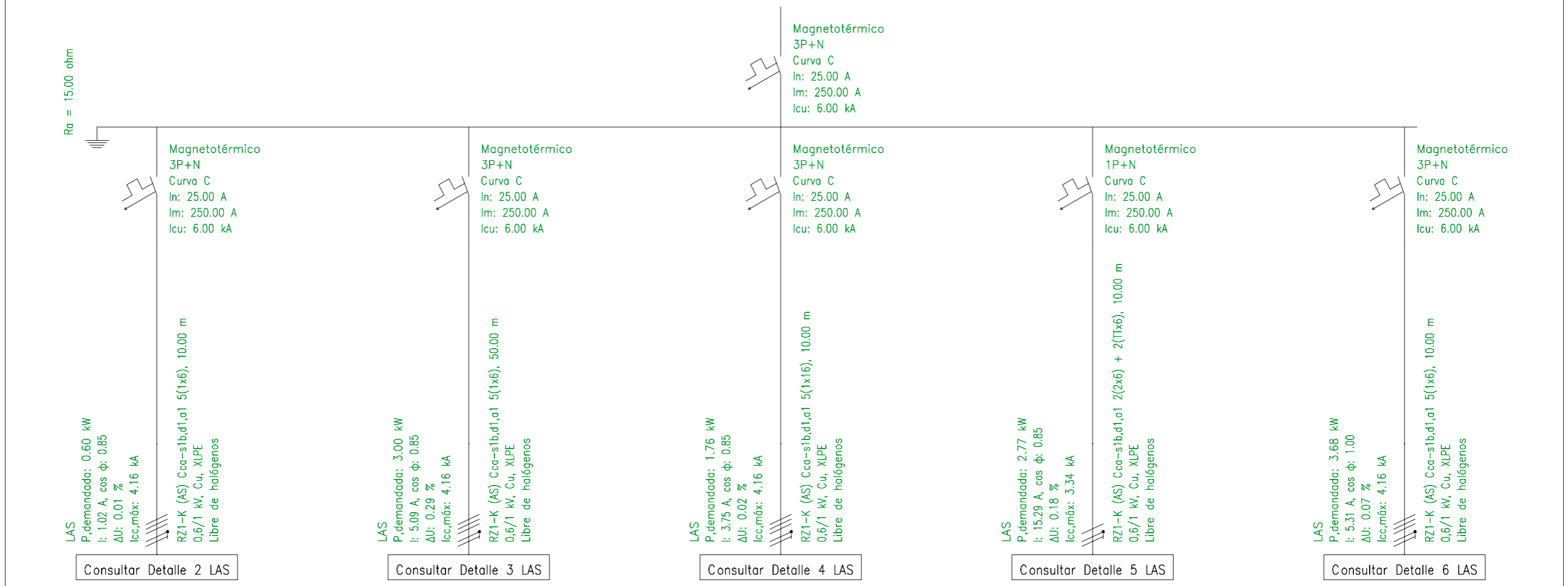
-  Interruptor
-  Fluorescente
-  Toma de corriente
-  Alumbrado de emergencia
-  Armario eléctrico de bombas
-  Cableado hasta armario de bombas
-  Cableado hasta armario bomba jockey
-  Cableado hasta alumbrado
-  Cableado hasta tomas de corriente
-  Cableado hasta alumbrado de emergencia

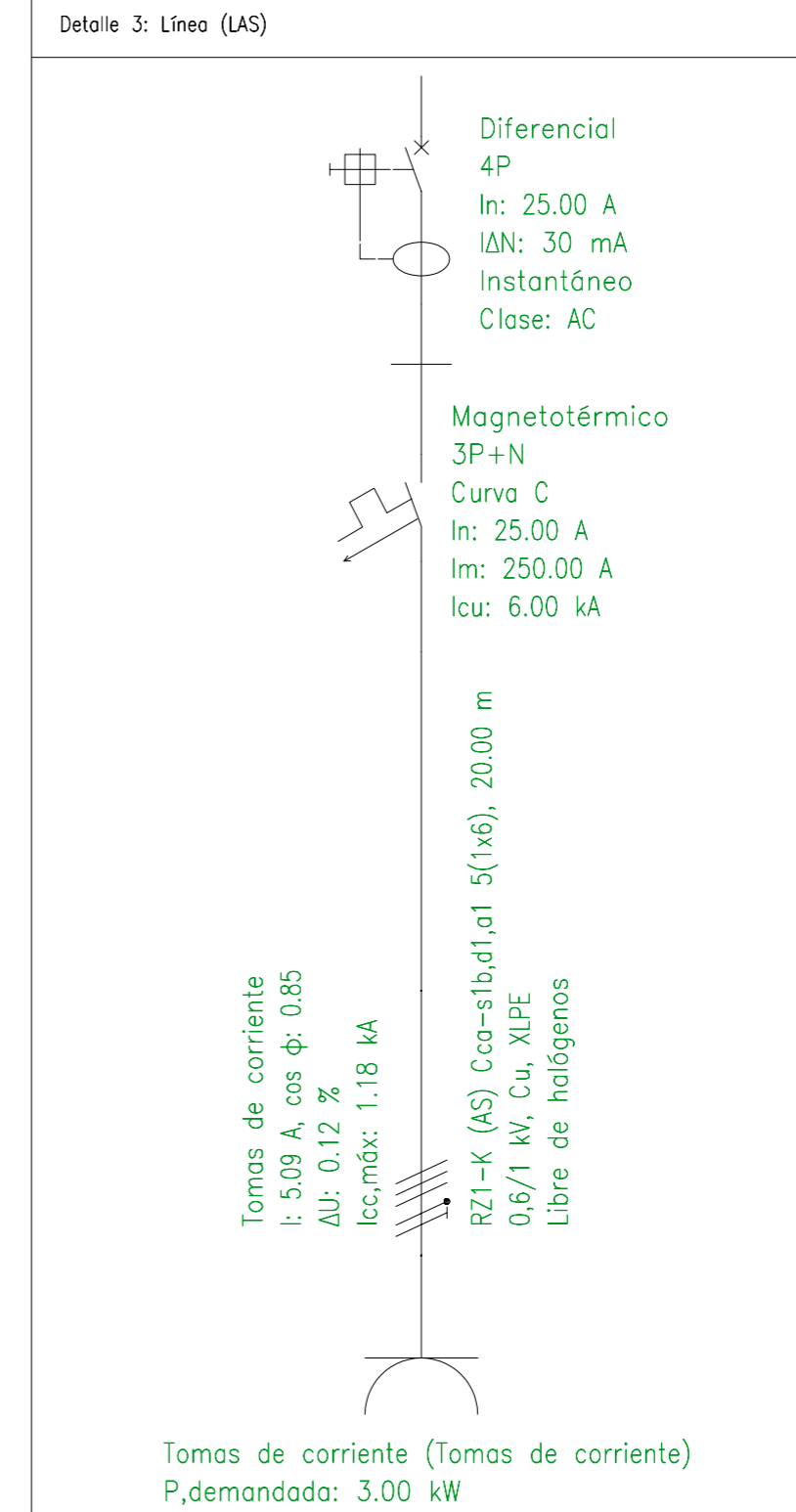
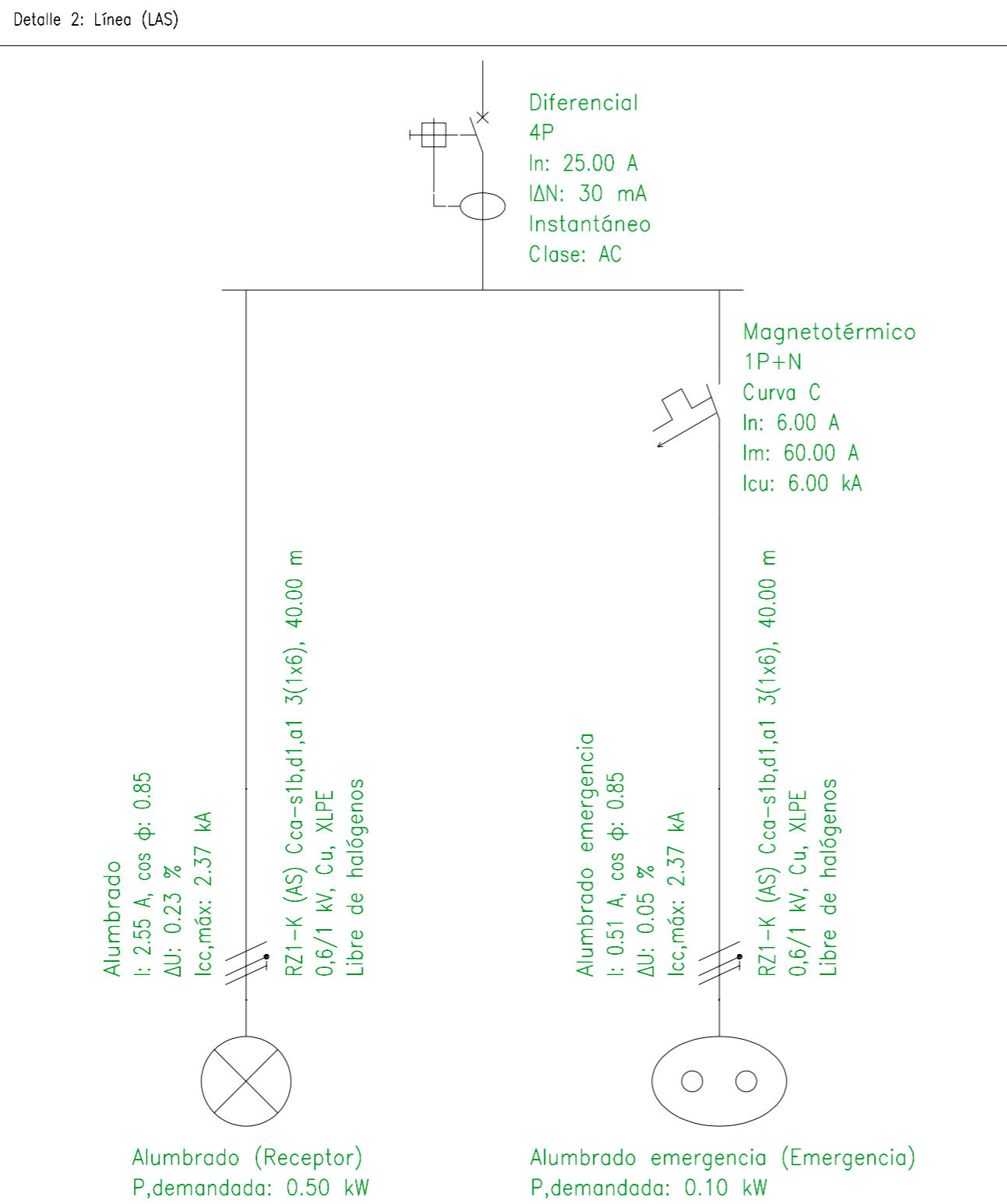




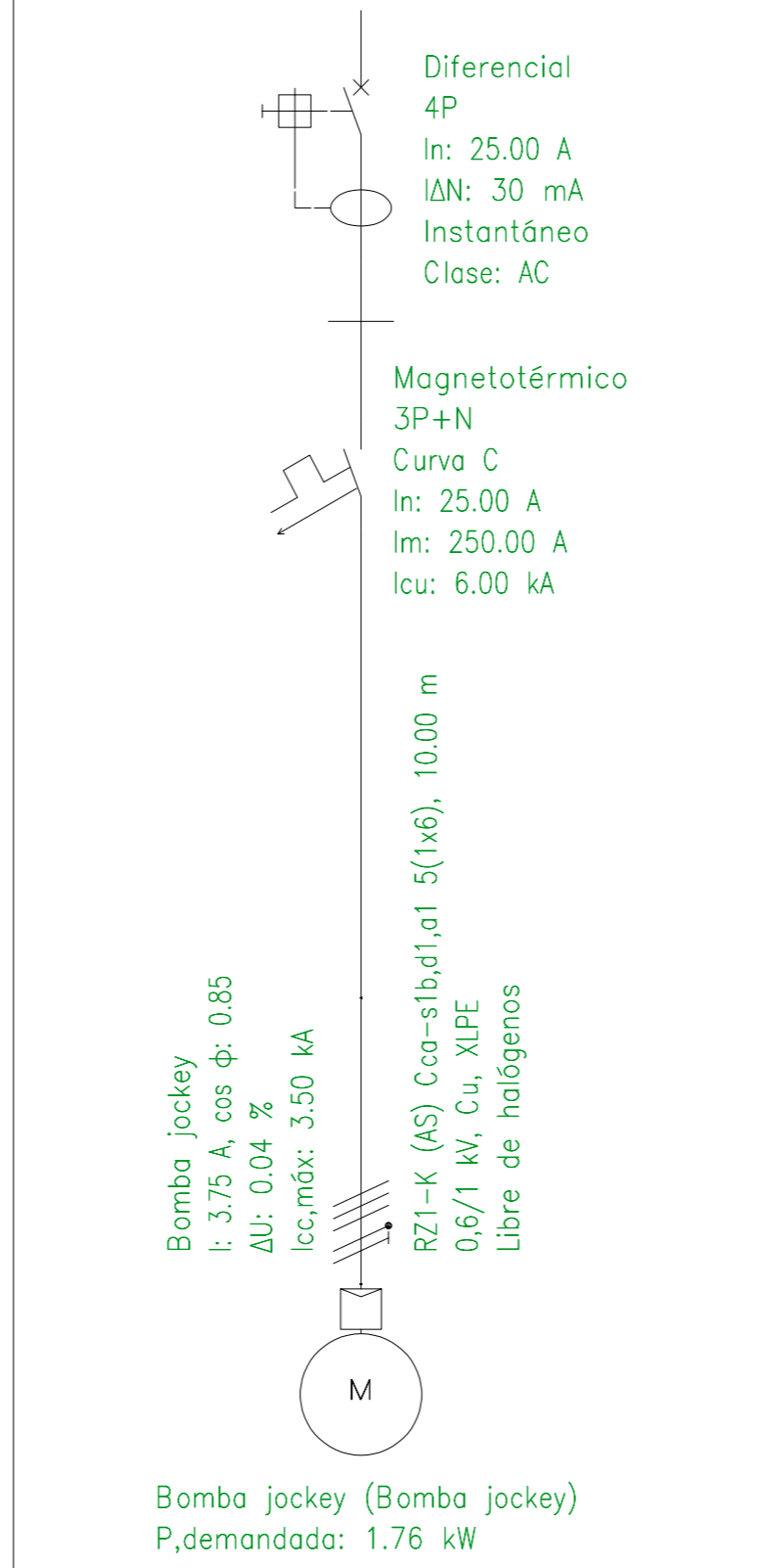


Detalle 1: Línea (LGA)

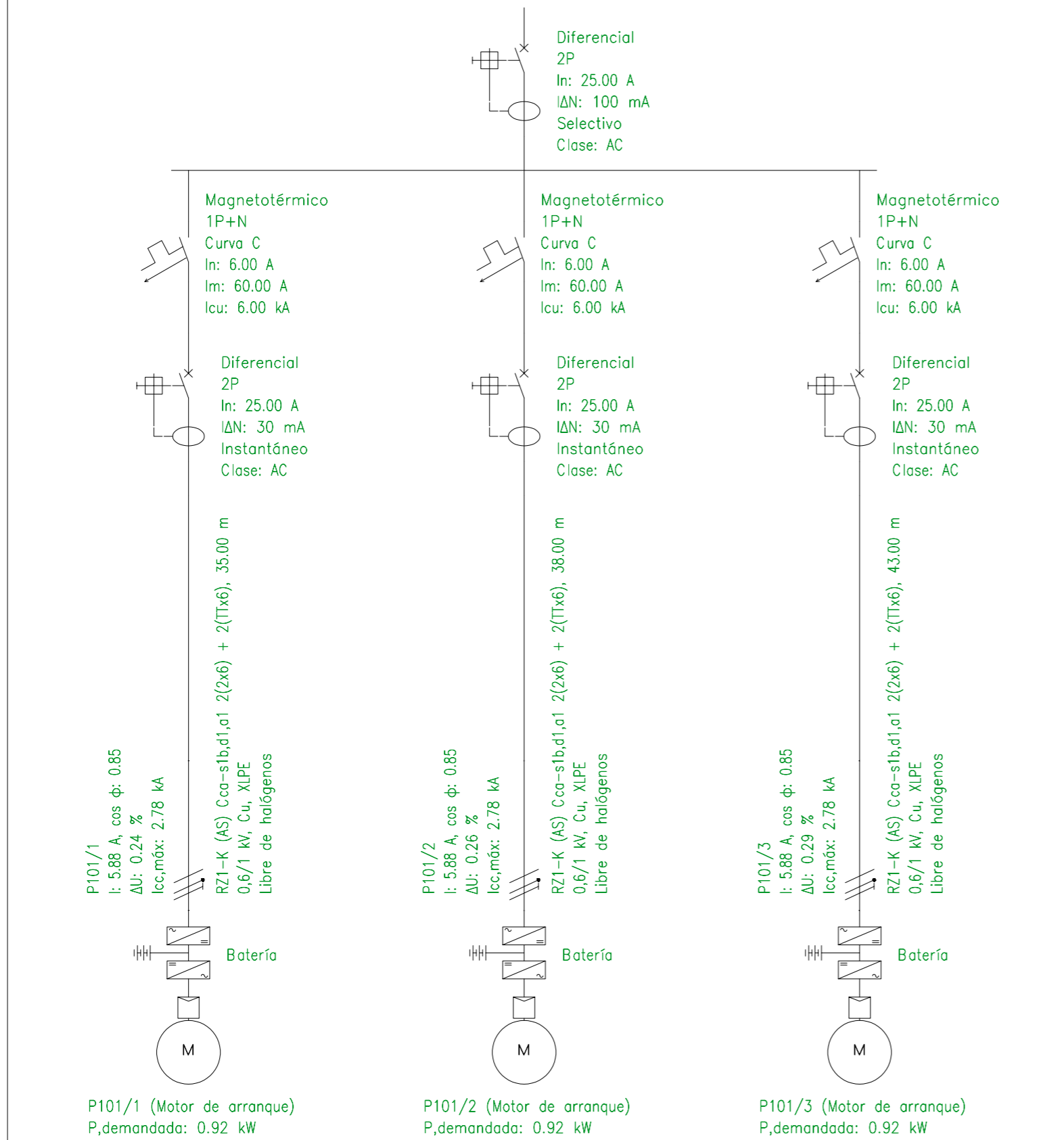




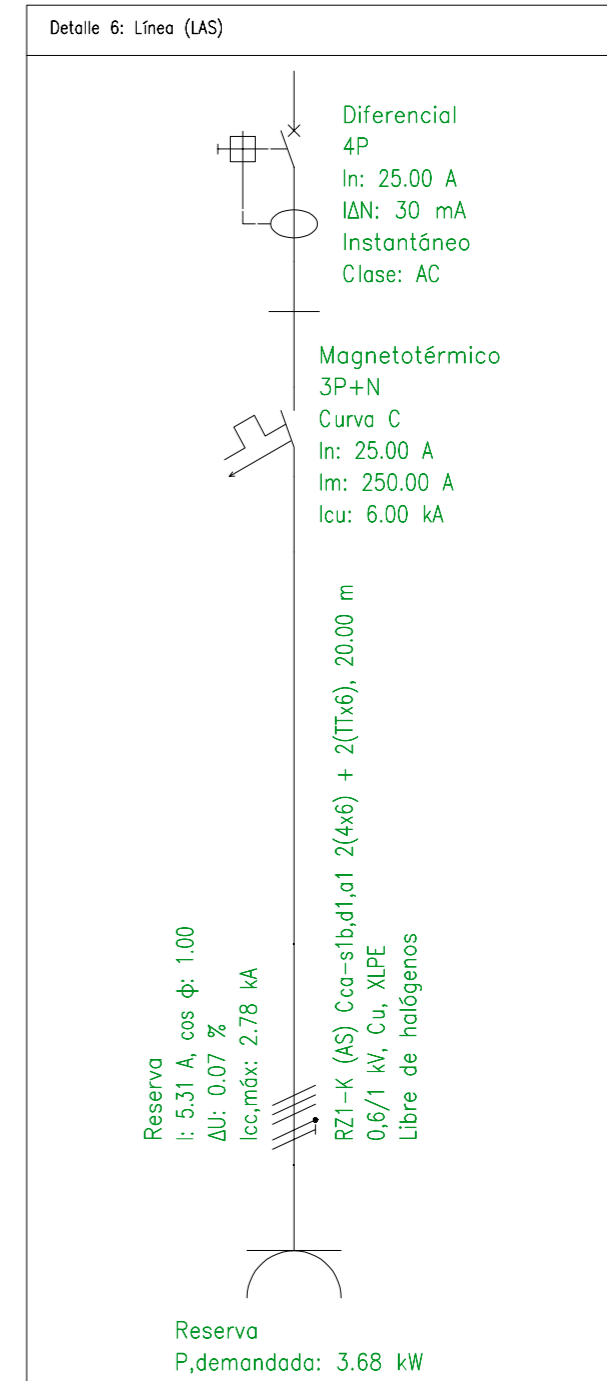
Detalle 4: Línea (LAS)



Detalle 5: Línea (LAS)



Detalle 6: Línea (LAS)



4 Pliego de condiciones

El proyecto se ejecutará siempre y cuando el departamento de ingeniería interno revise el proyecto y valide que incluye todos los puntos de los requisitos de diseño.

En caso de ser validado se presentará ante el comité de dirección y este deberá dar el visto bueno, en caso contrario no se ejecutará la obra.

4.1 Descripción de las obras, productos, instalaciones y servicios

Las obras, productos, instalaciones y servicios que se deben realizar son:

- Construcción del edificio de las bombas contra incendios
- Instalación de los depósitos de agua contra incendios
- Instalación del grupo de presión
- Instalación hidráulica de la RGDASPCI
- Instalación eléctrica
- Legalización y puesta en marcha

4.2 Especificaciones de los materiales y elementos

- Tubo multicapa de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE)
- Tubo multicapa de polipropileno copolímero con fibra de vidrio Euroclase B-s1
- Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, 8" de diámetro, PN=16 bar
- Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, 10" de diámetro, PN=16 bar
- Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, 12" de diámetro, PN=16 bar
- Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 10" de diámetro, PN=16 bar
- Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar
- Válvula de drenaje y prueba, unión con roscas, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, coeficiente de descarga K de 80 (métrico).
- Válvula reductora de presión, de fundición dúctil, unión con bridas, de 1 1/2" de diámetro, PN=17 bar
- Filtro retenedor de residuos de fundición dúctil, con tamiz de acero inoxidable, unión con bridas, de 14" de diámetro, PN=16 bar
- Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple.
- Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente
- Pintura intumescente para interior o exterior.
- Hormigón HA-25/F/20/XC2
- Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 25 cm de espesor.
- Hormigón HAF-25/P-1,5-1,5/F/12-48/XC2.
- Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, IP20
- Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0.
- Cable unipolar RZ1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm²
- Cable unipolar RZ1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm²
- Cable unipolar RZ1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm²
- Cable unipolar RZ1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm² de sección.
- Cable unipolar RZ1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x6 mm² de sección.
- Tubo curvable de 65 mm, grado de protección IP549.
- Tubo curvable de 63 mm, grado de protección IP549.

- Tubo curvable de 50 mm, grado de protección IP549.

4.3 Ejecución de las obras, productos, instalaciones o servicios

La ejecución de la obra se realizará por Ejecución presupuestaria indirecta por contrata. Las fases de la ejecución son las siguientes:

- Transporte de material
- Cierre del área de operación.
- Nivelación del terreno y cimentación correspondiente.
- Instalación de los depósitos
- Implantación de los pilares, vigas y paredes.
- Instalación del grupo de presión.
- Instalación eléctrica.
- Instalación de la RGDASPCI.
- Legalización
- Puesta en marcha.

Exclusiones

- Suministro de agua a los depósitos contra incendios.
- Suministro eléctrico hasta el edificio.
- Maquinaria necesaria para la instalación de los equipos, grúa, toro, etc.

4.4 Reglamentación y normativa aplicables a la implementación del trabajo

La reglamentación y normativa aplicable a la implementación del trabajo es la misma que se especifica en el apartado 1.4.

4.5 Otros aspectos

No aplica

6 Mediciones

Las mediciones de la instalación de abastecimiento de agua contra incendios se obtienen del diseño del sistema de abastecimiento de agua contra incendios y de las especificaciones del proveedor de la bombas.

En el caso del diseño de la estructura y la instalación eléctrica se obtienen del proyecto de Cype del dimensionamiento de cada parte, estos datos se pueden consultar en el proyecto correspondiente del Anexo 2.2.

6.1 Instalación de abastecimiento de agua contra incendios

Equipo/material	Unidades
Grupo de presión abastecimiento de agua contra incendios	1,00
Tubo multicapa de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 250 mm de diámetro exterior, 18,4 mm de espesor, capa interior de color azul y capa exterior de color negro con bandas rojas RAL 3000, según UNE-EN 12201-2 y UNE-EN 12201-3, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	234
Tubo multicapa de polipropileno copolímero polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 160 mm de diámetro exterior y 14,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 6 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	114
Tubo multicapa de polipropileno copolímero /polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 90 mm de diámetro exterior y 8,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 5,8 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	1.058
Tubo multicapa de polipropileno copolímero /polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 5,8 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales. (m)	210
Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 8" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	5,00

Equipo/material	Unidades
Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 10" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable	3,00
Válvula de compuerta de husillo ascendente y cierre elástico, unión con bridas, de 12" de diámetro, PN=10 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable	5,00
Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 10" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable	3,00
Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable	4,00
Válvula de drenaje y prueba, unión con roscas, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, coeficiente de descarga K de 80 (métrico).	8,00
Válvula reductora de presión, de fundición dúctil, unión con bridas, de 1 1/2" de diámetro, PN=17 bar, pintada con pintura epoxi color rojo RAL 3000.	4,00
Filtro retenedor de residuos de fundición dúctil, con tamiz de acero inoxidable, unión con bridas, de 14" de diámetro, PN=16 bar	5,00

6.2 Edificación sala grupo de presión

Equipo/material	Unidades
Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje (kg)	458
Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado galvanizado en caliente. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra. (kg)	2.146
Pintura intumescente para interior o exterior, Promapaint-SC3 "PROMAT", a base de copolímeros acrílicos en emulsión acuosa, color blanco; para aplicar con pistola de alta presión o con brocha. (kg)	54,3
Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central (m3)	24,1
Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central (m3)	4,50

Equipo/material	Unidades
Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 25 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, según UNE-EN 14992. (m2)	163
Hormigón HAF-25/P-1,5-1,5/F/12-48/XC2, fabricado en central, con un contenido de fibras de refuerzo con función estructural de 3 kg/m ³ . (m3)	40,8

6.3 Instalación eléctrica

Equipo/Material	Unidades
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, curva C, clase AC, modelo DPN Vigi c A9N21771 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x85x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 61009-1.	8,00
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), sensibilidad 30 mA, clase AC, intensidad nominal 6 A, DP60C06/030 "GENERAL ELECTRIC", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 61009-1.	4,00
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, curva C, clase AC, modelo iDPN N Vigi A9D31625 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 61009-1.	1,00
Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0, según UNE-EN 60269-1.	1,00
Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81425 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	4,00
Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 10 mA, clase AC, modelo iID A9R10225 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	1
Interruptor diferencial selectivo, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R15263 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	3,00

Equipo/Material	Unidades
Arrancador directo, para motor de 1 kW, formado por caja metálica, pulsador de paro, pulsador de marcha y contactor de intensidad nominal 4 A y tensión de bobina 24 V, de 116x207x138 mm.	3,00
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4 (m)	50
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	1.082
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	50,0
Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	252
Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	40,0
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 65 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. (m)	10,0

Equipo/Material	Unidades
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. (m)	30,0
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 15 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4 (m)	316
Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra. (m)	1,00

7 Presupuesto

El presupuesto realizado se ha llevado a cabo con los precios extraídos de la plataforma de Generador de precios, España de *CYPE Ingenieros, S.A* [11]

7.1 Instalación de abastecimiento de agua contra incendios

Equipo/servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Grupo de presión abastecimiento de agua contra incendios	1,00	175.424 €	175.424 €
Tubo multicapa de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 250 mm de diámetro exterior, 18,4 mm de espesor, capa interior de color azul y capa exterior de color negro con bandas rojas RAL 3000, según UNE-EN 12201-2 y UNE-EN 12201-3, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	234	88,7 €	20.762 €
Tubo multicapa de polipropileno copolímero polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 160 mm de diámetro exterior y 14,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 6 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	114	199 €	22.777 €
Tubo multicapa de polipropileno copolímero /polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 90 mm de diámetro exterior y 8,2 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 5,8 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales (m)	1.058	60,0 €	63.479 €

Equipo/servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Tubo multicapa de polipropileno copolímero /polipropileno copolímero con fibra de vidrio/polipropileno copolímero (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), de color rojo con 4 bandas de color verde, Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, suministrado en barras de 5,8 m de longitud, con el precio incrementado el 25% en concepto de accesorios y piezas especiales. (m)	210	22,5 €	4.718 €
Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 8" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable.	5,00	183 €	916 €
Válvula de mariposa de palanca y asiento de EPDM, unión con bridas, de 10" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco y palanca de fundición dúctil y eje de acero inoxidable	3,00	354 €	1.062 €
Válvula de compuerta de husillo ascendente y cierre elástico, unión con bridas, de 12" de diámetro, PN=10 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable	5,00	3.167 €	15.883 €
Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 10" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable	3,00	379 €	1.136 €
Válvula de retención de doble clapeta y asiento de EPDM, unión con bridas, de 2" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo de hierro fundido y clapeta, eje y resorte de acero inoxidable	4,00	47,6 €	190 €
Válvula de drenaje y prueba, unión con roscas, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, coeficiente de descarga K de 80 (métrico).	8,00	192 €	1.542 €
Válvula reductora de presión, de fundición dúctil, unión con bridas, de 1 1/2" de diámetro, PN=17 bar, pintada con pintura epoxi color rojo RAL 3000.	4,00	1.088 €	4.355 €

Equipo/servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Filtro retenedor de residuos de fundición dúctil, con tamiz de acero inoxidable, unión con bridas, de 14" de diámetro, PN=16 bar	5,00	1.403 € 36768,55 107018,02	7.016 €
TOTAL			319.210 €

7.2 Edificación sala grupo de presión

Elemento/Servicio	Unidades	€/ud	Precio total (€)
Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje (kg)	458	3,50 €	1.581 €
Estructura			
Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado galvanizado en caliente. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra. (kg)	2.146	4,00 €	8.531 €
Pintura intumescente para interior o exterior, Promapaint-SC3 "PROMAT", a base de copolímeros acrílicos en emulsión acuosa, color blanco; para aplicar con pistola de alta presión o con brocha. (kg)	54,3	49,3 €	2.680 €
Cimentación			
Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central (m3)	24,1	110 €	3.612 €
Vigas de armado			
Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central (m3)	4,50	336 €	1.503 €
Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 25 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, según UNE-EN 14992. (m2)	163	95,0€	26.288 €

Elemento/Servicio	Unidades	€/ud	Precio total (€)
Hormigón HAF-25/P-1,5-1,5/F/12-48/XC2, fabricado en central, con un contenido de fibras de refuerzo con función estructural de 3 kg/m ³ . (m3)	40,8	104 €	4.237 €
TOTAL			48.432€

7.3 Instalación eléctrica

Equipo /Servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Magnetotérmicos			
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, curva C, clase AC, modelo DPN Vigi c A9N21771 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x85x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 61009-1.	8,00	364 €	2.915 €
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), sensibilidad 30 mA, clase AC, intensidad nominal 6 A, DP60C06/030 "GENERAL ELECTRIC", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 61009-1.	4,00	219 €	876 €
Interruptor combinado magnetotérmico-diferencial, bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, curva C, clase AC, modelo iDPN N Vigi A9D31625 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x85x73 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 61009-1.	1,00	257 €	257 €
Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 20 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0, según UNE-EN 60269-1.	1,00	23,8 €	23,8 €
Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase AC, modelo iID A9R81425 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 72x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	4,00	351 €	1.403 €
Interruptores			
Interruptor diferencial instantáneo, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 10 mA, clase AC, modelo iID A9R10225 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con	1	503 €	503 €

Equipo /Servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.			
Interruptor diferencial selectivo, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, clase AC, modelo iID A9R15263 "SCHNEIDER ELECTRIC", de 36x96x69 mm, montaje sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre, según UNE-EN 61008-1.	3,00	495 €	1.486 €
Arrancadores			
Arrancador directo, para motor de 1 kW, formado por caja metálica, pulsador de paro, pulsador de marcha y contactor de intensidad nominal 4 A y tensión de bobina 24 V, de 116x207x138 mm.	3,00	55,8 €	167,5 €
Cableado			
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4 (m)	50	4,18 €	209 €
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	1.082	3,26 €	3.530 €
Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	50,0	5,82 €	291 €

Equipo /Servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2x6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	252	5,22 €	1.314 €
Cable multipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4x6 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. (m)	40,0	7,28 €	291 €
Tubos			
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 65 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. (m)	10,0	12,8 €	128 €
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. (m)	30,0	12,7 €	381 €
Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 50 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 15 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4 (m)	316	11,7 €	3.698 €
Contador + interruptor general			

Equipo /Servicio	Unidades	€/ud	Precio total€
Centralización de contadores en cuarto de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 160 A; 1 módulo de embarrado general; 1 módulo de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra. (m)	1,00	831 €	831 €
TOTAL			18.302 €

El presupuesto se divide en tres partes:

- Instalación de abastecimiento de agua contra incendios – **319.210 €**
- Edificación sala de grupo de presión – **48.432 €**
- Instalación eléctrica – **18.302 €**

El coste total del proyecto es de **385.944€**, a continuación, se desglosan los precios.

Tarragona, a 5 de septiembre de 2023.



Madalina Georgiana Anton