



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
DEL MEDIO NATURAL – GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
DEL MEDIO RURAL

**DISEÑO E INSTALACIONES AUXILIARES DE NAVE AGROALIMENTARIA
PARA TRUFICULTURA**

Valencia, 28 de enero de 2019

ALUMNO: CARLOS AZCÁRRAGA GIL

TUTOR: JOSÉ VICENTE TURÉGANO PASTOR

COTUTOR: GARCÍA MARÍ, EUGENIO JOSE MARÍA

CURSO ACADÉMICO: 2018-2019

Título / Title

Diseño e instalaciones auxiliares de nave agroalimentaria para truficultura / Design and auxiliary installations of agri-food warehouse for truffle.

Resumen

Proyecto en el que se dimensiona y diseña una nave agroalimentaria para truficultura en la Comunidad Autónoma de Aragón, provincia de Teruel, municipio San Agustín. Se realizan los cálculos pertinentes para el diseño de la obra civil llevada a cabo y las instalaciones auxiliares de la misma, en este caso, instalación eléctrica, instalación de fontanería e instalación saneamiento.

La nave en cuestión consta de una distribución en planta de 15 metros de longitud por 10 metros de anchura. En ella se emplazan las siguientes estancias:

Almacén de maquinaria / Oficina y taller / Aseos y vestuarios / Cabezal de riego

El contenido del presente proyecto cumple con la normativa de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Natural. El alumno propone el dimensionado de la nave y sus instalaciones auxiliares haciendo uso de una memoria, anejos a la misma, planos, estudio básico de seguridad y salud, pliego de condiciones y presupuesto.

Abstract

Project in which an agri-food warehouse is sized and designed for truffing. The pertinent calculations are made for the design of the civil work carried out and its auxiliary facilities. The warehouse in question consists of a distribution in plan of 15 meters in length by 10 meters in width. In the following stays are located:

Warehouse of machinery / Office and workshop / Toilets and changing rooms /
Irrigation head

The student proposes the dimensioning of the warehouse and its auxiliary facilities making use of a memory, annexes to it, plans, basic study of safety and health, specifications and budget. In accordance with the regulations of the Higher Technical School of Agri-Food Engineering and the Natural Environment.

Palabras clave / Key words

Instalaciones auxiliares, nave, truficultura / Auxiliary facilities, warehouse, truffle

Agradecimientos

Jose Vicente Turégano Pastor

Vanessa Alejos Ruiz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- **DOCUMENTO Nº 1:** Memoria y anejos a la memoria
 - Anejo nº 1: Construcción
 - Anejo nº 2: Instalación eléctrica
 - Anejo nº 3: Instalación de fontanería
 - Anejo nº4: Saneamiento
- **DOCUMENTO Nº 2:** Planos
- **DOCUMENTO Nº 3:** Presupuesto
- **DOCUMENTO Nº 4:** Estudio básico de seguridad y salud
- **DOCUMENTO Nº 5:** Pliego de condiciones



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

**DISEÑO E INSTALACIONES AUXILIARES DE NAVE AGROALIMENTARIA
PARA TRUFICULTURA**

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

Valencia, 28 de enero de 2018

ALUMNO: CARLOS AZCÁRRAGA GIL

TUTOR: JOSÉ VICENTE TURÉGAÑO PASTOR

CURSO ACADÉMICO: 2018-2019

MEMORIA

Diseño e instalaciones auxiliares de
nave agroalimentaria para truficultura

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	1
2. LEGISLACIÓN APLICABLE	1
2.1. <i>Unión Europea:</i>	1
2.1.1. Productos de construcción:.....	1
2.1.2. Eurocódigos estructurales:.....	2
2.2. <i>Legislación española:</i>	2
2.2.1. Abastecimiento y vertido de agua:	2
2.2.2. Cimentaciones:	2
2.2.3. Electricidad e iluminación:.....	2
2.2.4. Estructuras de acero:	2
2.2.5. Estructuras de hormigón:	3
2.2.6. Fontanería:.....	3
2.2.7. Proyectos:	3
2.2.8. Seguridad y salud en el trabajo:.....	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
4. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA	5
5. ACTUACIONES PREVIAS EN EL TERRENO	6
6. CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	6
6.1. <i>Cimentación:</i>	7
6.2. <i>Nave de estructura metálica:</i>	7
6.2.1. Cerchas:.....	8
6.2.2. Pilares:	9
6.2.3. Correas:	9
6.3. <i>Resumen de los perfiles utilizados:</i>	10
7. RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	10
7.1. <i>Centro de transformación:</i>	11
7.1.1. Línea del centro de transformación:.....	12
7.2. <i>Cuadro general de protección:</i>	12
7.3. <i>Cuadro secundario 1:</i>	13
7.4. <i>Cuadro secundario 2:</i>	14
7.5. <i>Secciones de los conductores:</i>	14
7.6. <i>Puesta a tierra:</i>	15
7.7. <i>Elementos de maniobra y protección:</i>	15
7.7.1. Conductores de protección:	15

7.7.2.	Seccionadores:	15
7.7.3.	Interruptores automáticos magnetotérmicos:.....	16
7.7.4.	Guardamotor:.....	16
7.7.5.	Interruptores diferenciales:.....	17
7.8.	<i>Alumbrado de la instalación:</i>	17
7.8.1.	Iluminancia media a garantizar:	17
7.8.2.	Factor de mantenimiento:	18
7.8.3.	Factor de utilización:	18
7.8.4.	Flujo luminoso de las lámparas:.....	19
7.8.5.	Número de luminarias por local:	19
7.8.6.	Eficiencia energética de la instalación:	19
8.	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	20
8.1.	<i>Datos de partida:</i>	21
8.2.	<i>Características PE-X:</i>	22
8.3.	<i>Valores obtenidos de los diámetros nominales:</i>	22
8.4.	<i>Velocidad resultante, pérdidas de carga, presiones requeridas y déficit de presiones:</i>	23
8.5.	<i>Red ACS:</i>	25
9.	RED DE SANEAMIENTO DE AGUA	26
9.1.	<i>Resultados de diseño:</i>	27
9.1.1.	Red de aguas pluviales:.....	27
9.1.2.	Número de sumideros:.....	27
9.1.3.	Diámetro de los canalones:.....	27
9.1.4.	Diámetro de las bajantes:	28
9.1.5.	Diámetro de los colectores:.....	28
9.2.	<i>Red de aguas residuales:</i>	28
9.2.1.	Diámetros de los sifones y derivaciones individuales:	28
9.2.2.	Ramales colectores:.....	29
9.2.3.	Colectores de aguas residuales:.....	29
9.2.4.	Arquetas:.....	29
9.3.	<i>Materiales empleados:</i>	30
9.3.1.	Características de los materiales:	30
9.3.2.	Materiales de las canalizaciones y los sifones:.....	30
9.4.	<i>Mantenimiento de las instalaciones:</i>	30
10.	RESUMEN DE PRESUPUESTO	31

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Referencia catastral.....	5
Tabla 2. Características de los recintos de la parcela.....	5
Tabla 3. Usos de la parcela.....	5
Tabla 4. Dimensiones de la nave.....	6
Tabla 5. Perfil cercha.....	9
Tabla 6. Perfil pilar.....	9
Tabla 7. Perfil correas.....	9
Tabla 8. Resumen de perfiles utilizados.....	10
Tabla 9. Potencias del CS1.....	11
Tabla 10. Potencias CS2.....	11
Tabla 11. Potencias del CGP.....	11
Tabla 12. Características L_0	12
Tabla 13. Características líneas que parten del cuadro general de protección.....	13
Tabla 14. Características de los cables que parten del CS1.....	13
Tabla 15. Características de los cables que parten del CS2.....	14
Tabla 16. Resumen de las secciones obtenidas.....	14
Tabla 17. Características de la pica de puesta a tierra.....	15
Tabla 18. Secciones mínimas de los conductores de protección.....	15
Tabla 19. Seccionadores instalados.....	16
Tabla 20. Interruptores electromagnéticos instalados.....	16
Tabla 21. Características del guardamotor.....	16
Tabla 22. Características de los interruptores diferenciales.....	17
Tabla 23. Iluminancia media a garantizar en los locales.....	17
Tabla 24. Factor de mantenimiento.....	18
Tabla 25. Características de los locales.....	19
Tabla 26. Potencia y flujo luminoso de las lámparas.....	19
Tabla 27. Iluminancia real y número de luminarias.....	19
Tabla 28. Valores de la eficiencia energética.....	20
Tabla 29. Datos de partida instalación de fontanería.....	21
Tabla 30. Diámetros interiores. Tuberías polietileno reticulado. PE-X.....	22
Tabla 31. Diámetros nominales considerando la simultaneidad.....	23
Tabla 32. Diámetros nominales sin considerar la simultaneidad.....	23
Tabla 33. Velocidades reales en cada tramo.....	24
Tabla 34. Presión resultante en cada tramo.....	25
Tabla 35. Características red ACS.....	26
Tabla 36. Presión resultante ACS.....	26
Tabla 37. Número de sumideros.....	27
Tabla 38. Diámetro de canalón.....	27
Tabla 39. Diámetro de las bajantes.....	28
Tabla 40. Diámetro colectores aguas pluviales.....	28
Tabla 41. Unidades de desagüe y diámetro mínimo de sifón y derivación individual ..	28
Tabla 42. Diámetro de los ramales colectores.....	29
Tabla 43. Diámetro de los colectores.....	29
Tabla 44. Dimensiones de las arquetas.....	29
Tabla 45. Resumen del presupuesto.....	31

FIGURAS

Figura 1. Situación del municipio de San Agustín dentro de la provincia de Teruel.....	4
Figura 2. Parcela en la que está prevista la actuación	4
Figura 3. Zapata centrada	7
Figura 4. Geometría de la estructura.....	8
Figura 5. Esquema de la instalación eléctrica	10
Figura 6. Instalación de líneas CS2.....	13
Figura 7. Esquema de la instalación de fontanería	20
Figura 8. Esquema instalación ACS	25

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto objeto de esta memoria es para la construcción de una nave de estructura metálica para el almacenamiento de la maquinaria y el cabezal de riego de una explotación en truficultura.

La localización de la misma esta en San Agustín, municipio de la provincia de Teruel, España, cuyo promotor es D. Carlos Azcárraga Gil, con DNI: 29212968-R.

En el municipio de San Agustín y toda la zona colindante del valle de Gúdar-Javalambre, se encuentran gran cantidad de explotaciones para la obtención de trufa a partir de su micorrización en distintas variedades de especies, como pueden ser *Quercus Ilex*. Por ello se propone el dimensionado de este tipo de estructura para dar cabida a las necesidades de la región y una salida comercial del producto final, la trufa, en una localidad en la que existe tradición para este tipo de actividad.

El objeto del proyecto es describir las características de dicha nave definiendo el dimensionado de la estructura metálica y sus cimentaciones en el apartado de construcción, así como, el diseño de las instalaciones auxiliares de la misma, como son la instalación eléctrica en baja tensión, la instalación de fontanería y la instalación de saneamiento.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

En este apartado se definen las leyes a las que debe regirse la construcción de la nave objeto del proyecto, tanto a nivel europeo como a nivel nacional. En el mismo se especifican ciertas recomendaciones tenidas en cuenta para la realización del proyecto.

2.1. Unión Europea:

Debido al contexto del marco común europeo en el que se encuentra el proyecto en cuestión, el mismo debe regirse a una serie de directivas, reglamentos y recomendaciones que se exponen a continuación.

2.1.1. Productos de construcción:

Reglamento UE nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, 9 de marzo de 2011, en el cual se establecen las condiciones para la comercialización de los productos de construcción.

2.1.2. Eurocódigos estructurales:

Recomendación de la comisión, 11 de diciembre de 2003, que hace referencia a la aplicación de Eurocódigos para obras de construcción y productos estructurales. Eurocódigo nº 3: Proyecto de estructuras de acero.

2.2. *Legislación española:*

En cuanto a la legislación española se especifica a continuación las normas y leyes seguidas para la ejecución del proyecto objeto de la memoria.

2.2.1. Abastecimiento y vertido de agua:

Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico HS-4: Suministro de agua, Real Decreto 314/2006 Ministerio de vivienda.

CTE Documento Básico HS-5: Evacuación de aguas, Real Decreto 314/2006, Ministerio de vivienda.

2.2.2. Cimentaciones:

CTE Documento Básico SE-C: Seguridad estructural cimientos, Real Decreto 314/2006, del Ministerio de Vivienda.

2.2.3. Electricidad e iluminación:

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) e Instrucciones Técnicas Complementarias de la ITC BT01 a BT51, Real Decreto 842/2002, Ministerio de Industria y Energía.

Normas particulares para las instalaciones de enlace en la suministro de energía eléctrica en baja tensión.

2.2.4. Estructuras de acero:

CTE Documento Básico SE: Seguridad Estructural, Real Decreto 314/2006, del Ministerio de Vivienda.

2.2.5. Estructuras de hormigón:

CTE Documento Básico SE: Seguridad Estructural, Real Decreto 314/2006, del Ministerio de Vivienda.

Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, Real Decreto 1427/2008, del Ministerio de la Presidencia.

2.2.6. Fontanería:

CTE Documento Básico HS-4: Salubridad, suministro de agua, Real Decreto 314/2006, del Ministerio de Vivienda.

2.2.7. Proyectos:

Ley de Ordenación de la Edificación.

Normas sobre la redacción de proyectos y dirección de obras de edificación.

Presupuesto de ejecución por contrata.

2.2.8. Seguridad y salud en el trabajo:

Prevención de riesgos laborales, Ley 171/2004, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

San Agustín es un municipio de la Comunidad Autónoma de Aragón, provincia de Teruel, perteneciente a la comarca de Gúdar-Javalambre. El término municipal limita con la provincia de Castellón, está atravesado por el río Mijares y el Maimona y situado entre las sierras de Pina de Montalgrao, Javalambre y Gúdar.

Su conexión en carretera hasta la capital de provincia es de 59 km y se trata de la conexión entre la carretera TE-V-2131 con la N-234 y la A-23. La parcela se encuentra en el margen derecho de la carretera TE-V-2131 de llegada desde la ciudad de Valencia.

La superficie del término municipal es de 56.57 km², se encuentra a una altitud de 959 metros sobre el nivel del mar y consta de una población de 132 habitantes.



Figura 1. Situación del municipio de San Agustín dentro de la provincia de Teruel

Las coordenadas UTM de la parcela objeto del proyecto son: X: 695.880,22; Y: 4.435.933,60.

La finca en la que está prevista la actuación es la parcela 110 polígono 24, y la explotación tiene, aproximadamente 1,2 hectáreas destinadas a la micorrización de encinas en un marco de plantación de 6 x 6 a tres bolillo.



Figura 2. Parcela en la que está prevista la actuación

4. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

La parcela en la que está prevista la construcción de la nave de almacenamiento de la maquinaria y útiles para la explotación tiene la siguiente referencia catastral:

Tabla 1. Referencia catastral

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
44-TERUEL	218-SAN AGUSTÍN	24	110	1,3461

A continuación, se exponen las características de la división de los recintos de la parcela en la que se va a cometer la actuación.

Tabla 2. Características de los recintos de la parcela

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)
1	1,2331	3,10
2	0,0484	29,90
3	0,0645	8,20

En la Tabla 2 se comprueba que el terreno tiene un perfil poco acusado, excepto en el recinto 2. Este recinto es de poca importancia debido a su situación dentro de la parcela y a la pequeña cantidad de superficie que ocupa.

El uso de los distintos recintos de la parcela son los siguientes:

Tabla 3. Usos de la parcela

Uso	Superficie (ha)
FY	0,0645
PR	0,0484
TA	1,2331

La referencia del uso de la parcela es de frutales (FY), pasto arbustivo (PR) y de tierras arables (TA). Se destaca entre las tres las tierras arables, siendo la misma no permisible para la edificación. Es de aplicación, por tanto, lo dispuesto por el Ministerio de Fomento, La Presidencia del Gobierno y de la Comunidad de Aragón.

Se cumple en todo momento con las Ordenanzas Municipales que se recogen en las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal.

En las tierras arables es donde se encuentra la explotación de encinas para la micorrización, en estas tierras es donde se procederá a la actuación previa de acondicionamiento del terreno mediante el movimiento de tierras, que conlleva a la labor de desbroce y limpieza.

5. ACTUACIONES PREVIAS EN EL TERRENO

Son necesarias unas labores previas para llevar a cabo la nave objeto del proyecto, estas son las siguientes:

- Desbroce y limpieza: Consistente en eliminar el material vegetal de la superficie del terreno y el retirado de residuos que se pueda generar.
- Una nivelación óptima del terreno en el cual se desea proyectar la nave, siendo únicamente necesario para la zona que esta ocupe, los metros cuadrados de solera.
- Excavación de zanjas para la cimentación y zapatas.
- Actuaciones necesarias para la formación de la red de saneamiento horizontal y la implantación de acometidas, arquetas y colectores.

Se debe realizar el estudio geotécnico previo para averiguar la presión admisible del terreno. En este caso, no obstante, se ha llevado a cabo una estimación del mismo que tendrá los efectos de cálculo en el Anejo nº I Construcción.

6. CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

En este apartado se procede a describir los elementos necesarios para llevar a cabo la construcción de la nave objeto del proyecto, así como, todo lo relativo a la estructura y a la cimentación de la nave.

Para el cálculo de la estructura y la cimentación se ha recurrido al Código Técnico de la Edificación, en concreto a sus documentos DB-SE Seguridad Estructural, DB-SE-AE Acciones en la Edificación, DB-SE-C Cimientos y DB-SE-A Acero.

Las dimensiones de la nave se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Dimensiones de la nave

Pendiente	20 %
Altura total del pilar	6 m
Separación entre correas	1,27 m
Luz	10 m
Separación entre cerchas	5 m
Longitud total de la nave	15 m

6.1. Cimentación:

La cimentación se proyecta mediante el uso de zapatas profundas aisladas. Siendo las mismas de hormigón armado HA-25, hormigón para cimentaciones, soleras y forjados (Norma EHE). Las características de este tipo de material vienen dadas en el Anejo nº I Construcción.

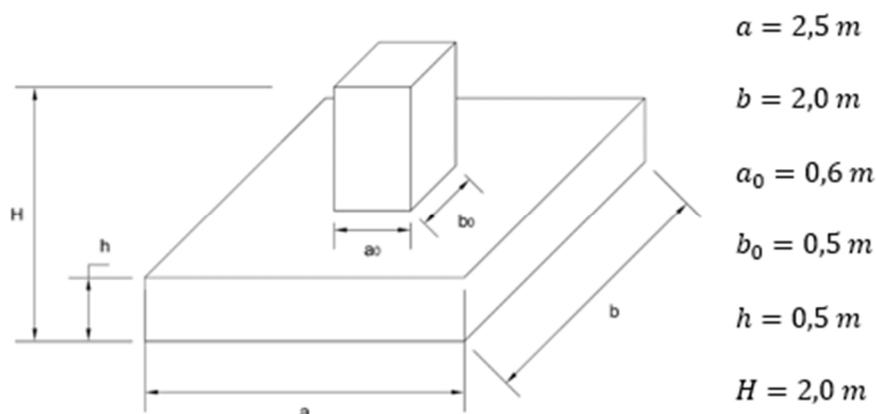


Figura 3. Zapata centrada

Las mismas, están compuestas, así mismo, de acero corrugado B-500S (Norma EHE), cuyas características también se encuentran detalladas en el mismo anejo antes mencionado.

El anclaje de las barras de acero dispuestas a lo largo de la zapata se realiza mediante patilla.

Todas las dimensiones de los elementos de la cimentación propuesta para este proyecto se detallan en el Anejo nº I de Construcción.

6.2. Nave de estructura metálica:

La nave objeto del proyecto es de estructura rectangular, midiendo 15 metros de largo y 10 de ancho, lo que conforma una superficie total construida de 150 m². La cubierta es colgante de acero a dos aguas con una pendiente del 20 %. La altura total de la nave es de 7 metros con una altura de pilares hasta cercha de 5. Los muros laterales están divididos en 3 vanos de 5 metros de longitud.

El material utilizado en la nave es el acero de edificación, dicho material ha sido empleado en la cercha, los pilares y las correas. Este acero es el S275JR, tiene un espesor de 16 mm y sus características vienen especificadas en el Anejo nº I de Construcción.

Todos los cálculos han sido llevados a cabo mediante el uso del Código Técnico de la Edificación, en el cual se especifican las ecuaciones que se han utilizado para que el cálculo de la estructura resista siempre desde el lado de la seguridad. Para el cálculo de los axiles se ha utilizado el método de los nudos que viene explicado en el Anejo nº I.

La estructura tiene unas dimensiones como se muestran en la siguiente figura.

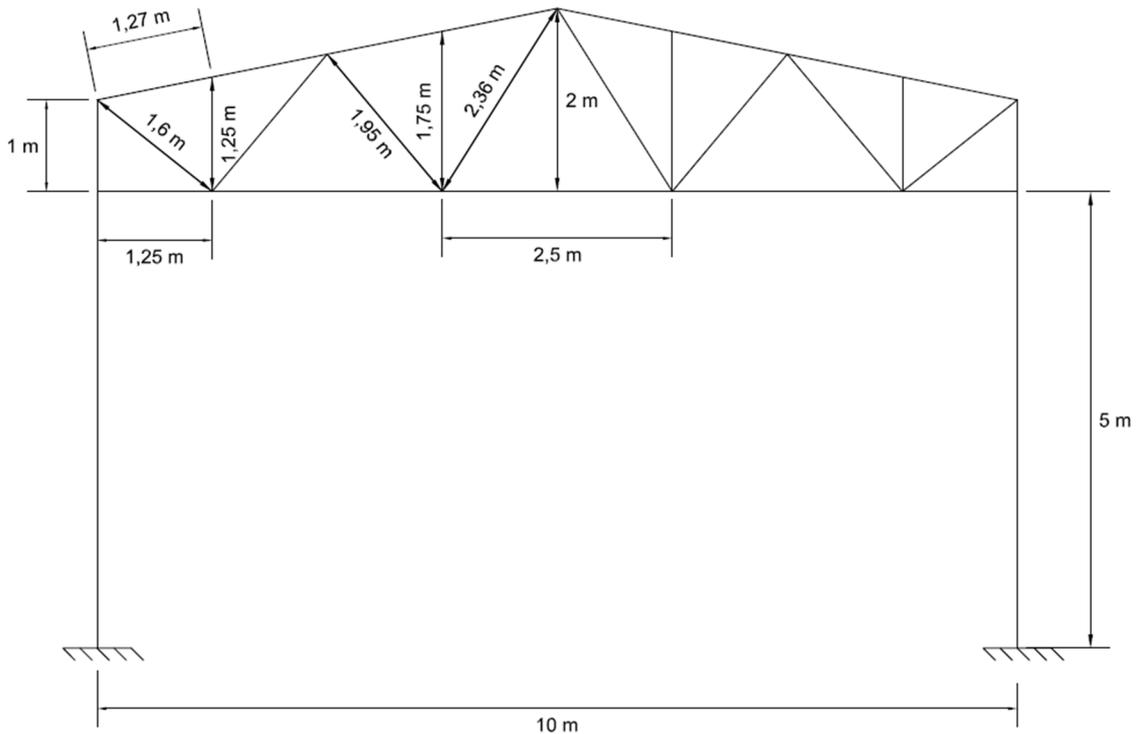


Figura 4. Geometría de la estructura

Esta estructura metálica se repite cuatro veces a lo largo de los 15 metros de la longitud total de la nave. Los elementos estructurales de los que consta la nave metálica son los siguientes:

- Cerchas.
- Pilares.
- Correas.

6.2.1. Cerchas:

La cercha consta de las divisiones que se exponen a continuación.

- Armadura: Parte exterior de la cercha.
- Diagonales: Barras diagonales dentro de la cercha.

- Montantes: Barras verticales dentro de la cercha.

Las cerchas escogidas para la estructura son celosías tipo Warren y los perfiles empleados tanto en la armadura, como en las diagonales y montantes son tubos cuadrados huecos de dimensión 40 x 3 mm.

Todos los cálculos justificativos de las dimensiones de la armadura vienen detallados en el Anejo nº I.

Tabla 5. Perfil cercha

PERFIL a (mm)	t (mm)	A (cm ²)	i _y (cm)
40	3	4,13	1,48

6.2.2. Pilares:

Los pilares se han llevado a cabo mediante perfiles HEB-220, cumpliendo todos los requisitos (comprobación a pandeo y comprobación a resistencia). Para la elección del perfil del pilar se han seguido las directrices del Código Técnico de la Edificación. La elección del perfil del prontuario de perfiles es la que se detalla en la tabla.

Tabla 6. Perfil pilar

PERFIL (mm)	A (cm ²)	i _y (cm)	i _z (cm)
HEB-220	91,0	9,43	5,59

6.2.3. Correas:

Mediante el uso del Código Técnico se dimensionan las correas, se siguen los siguientes pasos: Cálculo de las cargas, en el que se tendrán en cuenta las acciones constantes y las acciones variables; se elige el tipo de perfil y se comprueba la resistencia y la deformación del mismo.

Una vez finalizados los cálculos y las comprobaciones pertinentes se determina el perfil de las correas que es el que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 7. Perfil correas

PERFIL (mm)	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)
IPE-120	13,2	318	53

6.3. Resumen de los perfiles utilizados:

Para tener una visión más general de los perfiles utilizados del prontuario de perfiles se ha realizado una tabla.

El resumen de los elementos estructurales calculados y los perfiles utilizados son los que siguen a continuación.

Tabla 8. Resumen de perfiles utilizados

ELEMENTO ESTRUCTURAL		PERFIL	A (cm ²)
CELOSÍA (Cuadrado hueco)	ARMADURA	40 x 3 mm	4,13
	DIAGONAL INICIAL Y FINAL	40 x 3 mm	4,13
	RESTO DE DIAGONALES Y MONTANTES	40 x 3 mm	4,13
PILAR		HEB-220	91,00
CORREA		IPE-120	13,20

7. RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de la nave a proyectar se ha obtenido mediante el uso del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT).

La nave consta de distintos locales los cuales se resumen a continuación:

- Almacén de maquinaria
- Taller
- Oficina
- Aseos
- Vestuario
- Cabezal de riego

En el siguiente esquema se detallan las líneas para las que se ha calculado sus secciones.

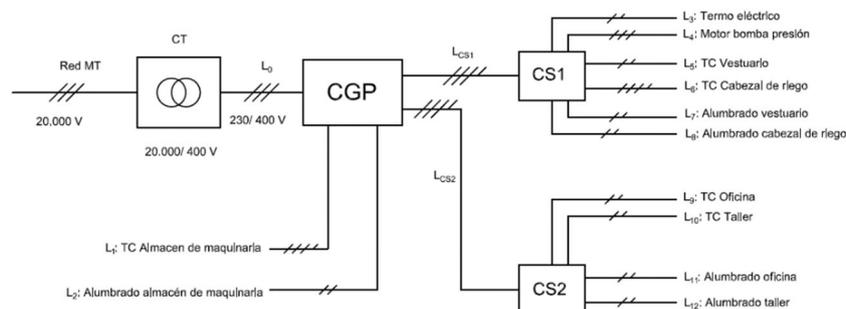


Figura 5. Esquema de la instalación eléctrica

Para el cálculo de las secciones de las líneas se ha procedido a seguir los cálculos que recomienda el RBT según los criterios de calentamiento, caída de tensión y cortocircuito.

Todos los cálculos están detallados en el Anejo nº II.

7.1. Centro de transformación:

La elección del transformador es función de la potencia total necesaria para todos los elementos que constan en el diseño de la instalación, por lo tanto, se indican las siguientes tablas resumen de los cálculos obtenidos y el transformador adecuado para dicha potencia.

- Potencia demandada en el CS1:

Tabla 9. Potencias del CS1

Receptor	Tipo	P _{nominal}		I _{nom}	Factor de utilización	η (%)	cosφ	U _{nominal} (V)	Potencias totales		
		CV	W						P _{absorbida} (W)	Q (VAr)	S (VA)
Termo eléctrico	Monofásico	-	1000	-	-	-	1	230	1000	0	1000
Grupo motobomba	Trifásico	20	16355,56	-	-	0,9	0,9	400	20444,44	9901,7	22716,1
TC aseo	Monofásico	-	2944	16	0,4	-	0,8	230	3532,8	2649,6	4416
TC mixtas cabezal de riego	Trifásico	-	13856,41	25	0,55	-	0,8	400	15242,05	11431,54	19052,6
Alumbrado vestuario	Monofásico	-	118	-	-	-	0,9	230	764,64	370,33	849,6
Alumbrado cabezal de riego	Monofásico	-	118	-	-	-	0,9	230	1146,96	555,5	1274,4
TOTAL									42130,89	24908,67	49308,6

El valor total de la potencia demandada por el CS1 es de 49,31 kVA.

- Potencia demandada en el CS2:

Tabla 10. Potencias CS2

Receptor	Tipo	P _{nominal} (W)	I _{nom}	Factor de utilización	η (%)	cosφ	U _{nominal} (V)	Potencias totales		
								P _{absorbida} (W)	Q (VAr)	S (VA)
TC oficina	Monofásico	2944	16	0,325	-	0,8	230	3827,2	2870,4	4784
TC taller	Monofásico	2944	16	0,4	-	0,8	230	3532,8	2649,6	4416
Alumbrado oficinas	Monofásico	118	-	-	-	0,9	230	573,48	277,75	637,2
Alumbrado taller	Monofásico	118	-	-	-	0,9	230	1146,96	555,5	1274,4
TOTAL								9080,44	6353,25	11111,6

El valor de la potencia demandada del CS2 es de 11,11 kVA.

- Potencia demandada en el CGP:

Tabla 11. Potencias del CGP

Receptor	Tipo	P _{nominal}	I _{nom}	Factor de utilización	η (%)	cosφ	U _{nominal} (V)	Potencias totales		
								P _{absorbida} (W)	Q (VAr)	S (VA)
CS1	Trifásico	-	-	-	-	0,86	400	42130,89	24908,66	48943,4
CS2	Trifásico	-	-	-	-	0,82	400	9080,44	6353,25	11082,3
TC mixtas almacén	Trifásico	13856,41	25	0,55	-	0,8	400	15242,05	11431,54	19052,6
Alumbrado almacén	Monofásico	426	-	-	-	0,9	230	4140,72	2005,44	4600,8
TOTAL								70594,1	44698,89	83679,1

DOCUMENTO Nº I: MEMORIA

La potencia total demandada en la instalación es de 83,68 kVA.

El transformador debe tener una potencia instalada superior a la demandada, en concreto se mayor a un 30 %, por lo tanto, de los catálogos de transformadores se elige el de 160 kVA.

- Potencia total demandada: 83,68 kVA
- Potencia total mayorada: 108,62 kVA
- Potencia total instalada: 160,00 kVA

7.1.1. Línea del centro de transformación:

Del centro de transformación parte la línea principal que alimenta todos los receptores de la instalación. El tipo de cable es unipolar para facilitar la instalación, con aislamiento de XLPE, enterrado bajo tubo y une el centro de transformación con el cuadro general de protección.

Tabla 12. Características L₀

Línea	Receptor	Tipo	Sistema de instalación	Aislamiento	Cable	P _{demandada} (kW)	S _{instalada} (VA)	cosφ	U _N (V)	I _N (A)	I _c (A)
CT-CGP	CGP	Trifásico	En tubular soterrada	XLPE	Unipolar	70,59	160	0,84	400	120,6	230,94

La intensidad nominal es la calculada a partir de la potencia demandada y la intensidad de cálculo a partir de la potencia instalada.

7.2. Cuadro general de protección:

Las líneas que parten del cuadro general de protección alimentan a los dos cuadros secundarios (CS1 y CS2) así como a las líneas que se encuentran en el almacén (L₁: tomas de corriente mixtas del almacén y L₂: alumbrado almacén).

Los cables que alimentan a los cuadros secundarios y a las líneas que parten directamente del CGP son multipolares. Todos ellos de cobre y con aislamiento de XLPE.

Tabla 13. Características líneas que parten del cuadro general de protección

Línea	Receptor	Tipo	Sistema de instalación	Aislamiento	Cable	P _{demandada} (kW)	cosφ	U _N (V)	I _c (A)
CGP-CS1	CS1	Trifásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	42,13	0,86	400	70,6
CGP-CS2	CS2	Trifásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	9,08	0,82	400	24
CGP-L1	TC almacén	Trifásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	15,24	0,8	400	27,5
CGP-L2	Alumbrado almacén	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	4,14	0,9	230	20

La intensidad de cálculo de la línea que une el CGP-CS2, es la suma de las intensidades que comparten fase del cuadro secundario 2, en la figura siguiente se ejemplifica como comparten fase el receptor de mayor intensidad demandada con el de menos. Esto es un criterio de instalación de las líneas, las intensidades de los receptores que comparten fase están detalladas en las características del cuadro secundario 2.

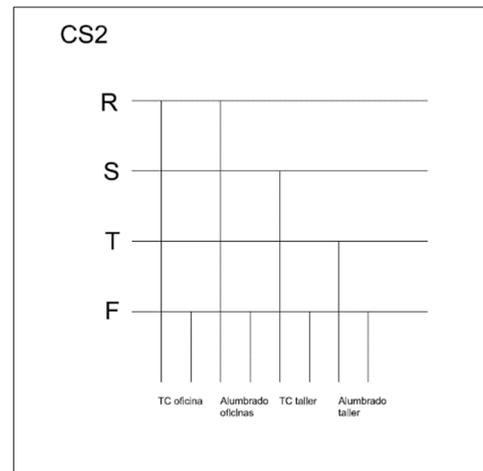


Figura 6. Instalación de líneas CS2

7.3. Cuadro secundario 1:

Las líneas que parten del cuadro secundario 1 alimentan a los receptores que se encuentran en el vestuario, aseo y en el cabezal de riego.

Todos los cables son de carácter multipolar con recubrimiento de XLPE y material conductor el cobre.

Tabla 14. Características de los cables que parten del CS1

Línea	Receptor	Tipo	Sistema de instalación	Aislamiento	Cable	P _{demandada} (kW)	cosφ	U _N (V)	I _c (A)
CS1-L3	Termo eléctrico	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	1000	1	230	4,35
CS1-L4	Grupo motobomba	Trifásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	20444,44	0,9	400	32,79
CS1-L5	TC Aseo	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	3532,8	0,8	230	19,20
CS1-L6	TC mixtas (1t+2m) Cabezal de riego	Trifásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	15242,05	0,8	400	27,50
CS1-L7	Alumbrado vestuario	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	764,64	0,9	230	3,69
CS1-L8	Alumbrado cabezal de riego	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	1146,96	0,9	230	5,54

La intensidad de cálculo se obtiene a partir de la potencia demandada en la instalación.

7.4. Cuadro secundario 2:

Del cuadro secundario 2 se alimentan las líneas de alumbrado de la oficina y del taller y las respectivas tomas de corriente de ambos locales.

Tabla 15. Características de los cables que parten del CS2

Línea	Receptor	Tipo	Sistema de instalación	Aislamiento	Cable	P _{demandada} (kW)	cosφ	U _N (V)	I _c (A)
CS2-L9	TC Oficina	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	3827,2	0,8	230	20,80
CS2-L10	TC Taller	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	3532,8	0,8	230	19,20
CS2-L11	Alumbrado oficinas	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	573,48	0,9	230	2,77
CS2-L12	Alumbrado taller	Monofásico	Bandeja	XLPE	Multipolar	1146,96	0,9	230	5,54

Se ha estimado la intensidad total de cálculo del CS2 como la resultante de la suma de las intensidades de las tomas de corriente de la oficina junto con las del alumbrado de este mismo local.

7.5. Secciones de los conductores:

Las secciones de los conductores han sido obtenidas mediante el cálculo por caída de tensión, calentamiento y cortocircuito.

El resumen de dichos cálculos se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 16. Resumen de las secciones obtenidas

Línea	Sección según la intensidad (mm ²)	Sección por Caída de tensión (mm ²)	Sección por CC (mm ²)	Sección adoptada (mm ²)
CT-CGP	150	150	6	150
CGP-CS1	25	25	6	25
CGP-CS2	2,5	2,5	6	6
CGP-L1	4	4	6	6
CGP-L2	2,5	2,5	6	6
CS1-L3	1,5	1,5	6	6
CS1-L4	10	10	6	10
CS1-L5	1,5	1,5	6	6
CS1-L6	4	4	6	6
CS1-L7	1,5	1,5	6	6
CS1-L8	1,5	1,5	6	6
CS2-L9	1,5	1,5	6	6
CS2-L10	1,5	1,5	6	6
CS2-L11	1,5	1,5	6	6
CS2-L12	1,5	1,5	6	6

Estas son las secciones finalmente adoptadas para la instalación eléctrica objeto del proyecto.

7.6. Puesta a tierra:

La máxima diferencia de potencial ($V_{m\acute{a}x}$) que se puede dar en la instalación es 24 V (valor máximo para locales o emplazamientos secos, según *ITC-BT-18*). Todos los cálculos necesarios para obtener la longitud de la pica se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Características de la pica de puesta a tierra

Máxima diferencia de potencial $V_{m\acute{a}x}$ (V)	Sensibilidad I_s (mA)	Resistividad máxima (Ω)	Tipo de terreno	Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)	Material de la pica	Longitud teórica de la pica (m)	Longitud adoptada (m)
24	30	800	Arcillas compactas	150	Cobre	0,19	0,5

7.7. Elementos de maniobra y protección:

En este apartado se detallan las características de los aparatos de maniobra y protección escogidos para la instalación, cumpliendo con los requisitos establecidos para su correcto funcionamiento.

7.7.1. Conductores de protección:

Las secciones de los conductores de protección se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Secciones mínimas de los conductores de protección

Cuadro de distribución	Línea	Secciones de los conductores de fase (mm^2)	Secciones de los conductores de protección (mm^2)
Cuadro general de protección (CGP)	CGP-CS1	25	16
	CGP-CS2	6	6
	CGP-L1	6	6
	CGP-L2	6	6
Cuadro secundario 1 (CS1)	CS1-L3	6	6
	CS1-L4	6	6
	CS1-L5	6	6
	CS1-L6	6	6
	CS1-L7	6	6
	CS1-L8	6	6
Cuadro secundario 2 (CS2)	CS2-L9	6	6
	CS2-L10	6	6
	CS2-L11	6	6
	CS2-L12	6	6

7.7.2. Seccionadores:

Se instalan seccionadores a la salida de los cuadros secundarios que permitan el corte de la corriente y la desconexión total de los receptores alimentados por dichos cuadros.

La siguiente tabla resume el calibre adoptado para cada uno de los cuadros.

Tabla 19. Seccionadores instalados

Ubicación	Línea	I_c (A)	Calibre (A)
CS1	CGP-CS1	70,64	80
CS2	CGP-CS2	24	32

El calibre se ha establecido como mayor que la intensidad calculada (I_c).

7.7.3. Interruptores automáticos magnetotérmicos:

En todas las líneas principales y todas aquellas que lleguen a un receptor se instala este tipo de protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Tabla 20. Interruptores electromagnéticos instalados

Ubicación	Línea	Sección (mm ²)	I_c (A)	K_c	I_{adm}	I_{cc}	Curva	Calibre (A)	Nº de polos	Poder de corte (kA)
CGD	CT-CGP	150	230,94	0,99	297,00	5725	C	250	4	10
	CGP-CS1	25	70,64	0,70	88,39	5409	C	80	4	6
	CGP-CS2	6	24,00	0,87	37,58	5409	C	32	4	6
	CGP-L1	6	27,50	0,70	37,58	5409	C	32	4	6
	CGP-L2	6	20,00	0,70	37,58	5409	C	25	2	6
CS1	CS1-L3	6	4,35	0,70	37,58	4908	C	10	2	6
	CS1-L4	10	32,79	0,70	54,20	4908	D	40	4	6
	CS1-L5	6	19,20	0,70	37,58	4908	C	25	2	6
	CS1-L6	6	27,50	0,70	37,58	4908	C	32	4	6
	CS1-L7	6	3,69	0,70	37,58	4908	C	10	2	6
	CS1-L8	6	5,54	0,70	37,58	4908	C	10	2	6
CS2	CS2-L9	6	20,80	0,78	37,58	4358	C	25	2	4,5
	CS2-L10	6	19,20	0,78	37,58	4358	C	25	2	4,5
	CS2-L11	6	2,77	0,78	37,58	4358	C	10	2	4,5
	CS2-L12	6	5,54	0,78	37,58	4358	C	10	2	4,5

Los criterios adoptados para la selección de los interruptores electromagnéticos son los siguientes:

$$I_c < \text{Calibre} < I_{adm}$$

$$\text{Poder de corte} > I_{cc}$$

7.7.4. Guardamotor:

El guardamotor instalado en la línea que une el cuadro secundario 1 con el motor de la bomba a presión, tiene las siguientes características.

Tabla 21. Características del guardamotor

Ubicación	Línea	Potencia motor (kW)	Potencia contactor (kW)	Nº de polos	I_c (A)
CS1	CS1-L4	16,36	18,5	4	32,79

El criterio de selección ha sido:

$$Potencia\ del\ contactor > Potencia\ del\ motor$$

7.7.5. Interruptores diferenciales:

Dos tipos de diferenciales: los interruptores diferenciales autónomos y los bloques diferenciales acoplados a los interruptores automáticos electromagnéticos.

Tabla 22. Características de los interruptores diferenciales

Ubicación	Líneas que protege	I _c (A)	Tipo	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)
CGD	TODAS	230,94	Bloque diferencial	250	500
CS1	L3, L5, L6, L7, L8	70,64	Interruptor diferencial	125	300
CS2	L9, L10, L11, L12	24,00	Interruptor diferencial	50	30

El criterio escogido para este tipo de protecciones es el siguiente:

$$Calibre > I_c$$

Sensibilidades: 30 mA (CS2), 300 mA (CS1), 500 mA (CGP)

7.8. Alumbrado de la instalación:

En este apartado se da la solución empleada para el cálculo del número mínimo de luminarias necesarias para garantizar la iluminación mínima requerida en cada uno de los locales de los que consta la instalación interior, se han obtenido los siguientes resultados.

7.8.1. Iluminancia media a garantizar:

Para los locales se adoptan los valores de la Norma Europea UNE-EN 12464-1: *Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores*. Estos valores se resumen a continuación.

Tabla 23. Iluminancia media a garantizar en los locales

Local	Iluminancia media a garantizar I (luxes)
Almacén	300
Taller	500
Oficina	500
Aseos	300
Vestuario	300
Cabezal de riego	300

7.8.2. Factor de mantenimiento:

El factor de mantenimiento, considera la disminución de la iluminación que sufren las luminarias y que puede ser debida a diversos factores (envejecimiento, suciedad, etc.).

Los valores adoptados son los siguientes:

Tabla 24. Factor de mantenimiento

Local	Factor de mantenimiento f_m
Almacén	0,70
Taller	0,80
Oficina	0,80
Aseos	0,70
Vestuario	0,70
Cabecal	0,70

7.8.3. Factor de utilización:

Relación entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado.

El factor de utilización depende de:

- Rendimiento de la luminaria
- Reflectancias de los parámetros
- Distribución luminosa
- Disposición de las luminarias
- Índice del local

Las luminarias empleadas tienen en el catálogo de los fabricantes los valores del factor de utilización en función del resto de parámetros.

Los valores empleados para las reflexiones han sido en todos los casos 70%, 60% y 10% para techo, suelo y paredes respectivamente. De los catálogos de los fabricantes, se obtiene el factor de utilización en función del índice del local y de las reflexiones empleadas. No se han considerado zonas marginales en ninguno de los locales.

Tabla 25. Características de los locales

Local	Dimensiones						Índice del local K	Reflexión de parámetros	Factor de utilización f_u	Factor de mantenimiento f_m
	Long. L (m)	Anch. A (m)	Alturas (m)							
			Total H	P. trabajo h_p	Suspens. H_s	Montaje H_m				
Almacén	10	6	4	1,5	0,5	2	1,88	70/60/10	0,23	0,70
Taller	6	4	3,5	0,85	0	2,65	0,91	70/60/10	0,38	0,80
Oficina	4	4	3,5	0,85	0	2,65	0,75	70/60/10	0,61	0,80
Cabezal de riego	4	6	3,5	1,5	0	2	1,20	70/60/10	0,27	0,70
Vestuario	2	5	3,5	1	0	2,5	0,57	70/60/10	0,47	0,70
Aseo	2	5	3,5	1	0	2,5	0,57	70/60/10	0,47	0,70

7.8.4. Flujo luminoso de las lámparas:

La cantidad de luz emitida por las lámparas medida en lúmenes es la siguiente:

Tabla 26. Potencia y flujo luminoso de las lámparas

Lámpara	Potencia nominal (W)	Flujo luminoso emitido en lúmenes (ϕ)
Tubo fluorescente	118	7600
Vapor de mercurio	426	22000

7.8.5. Número de luminarias por local:

Se procede a mostrar el número mínimo de luminarias por local para garantizar el nivel medio de iluminación en el plano de trabajo, el número definitivo y la iluminancia media resultante, en luxes.

Tabla 27. Iluminancia real y número de luminarias

Local	Iluminancia media a garantizar I_{min} (luxes)	Número de lámparas por luminaria	Número mínimo de luminarias	Número definitivo de luminarias	Iluminancia media resultante I_{real} (luxes)
Almacén	300	1	5,14	6	354
Taller	500	1	5,19	6	578
Oficina	500	1	2,15	3	695
Cabezal de riego	300	1	5,01	6	452
Vestuario	300	1	1,19	2	501
Aseo	300	1	1,19	2	501

7.8.6. Eficiencia energética de la instalación:

Como recomienda el Código Técnico de la Edificación sección HE-3, del documento básico DB-HE 'Ahorro de energía', se determina a continuación la eficiencia energética de las luminarias en función de su potencia y la iluminación conseguida.

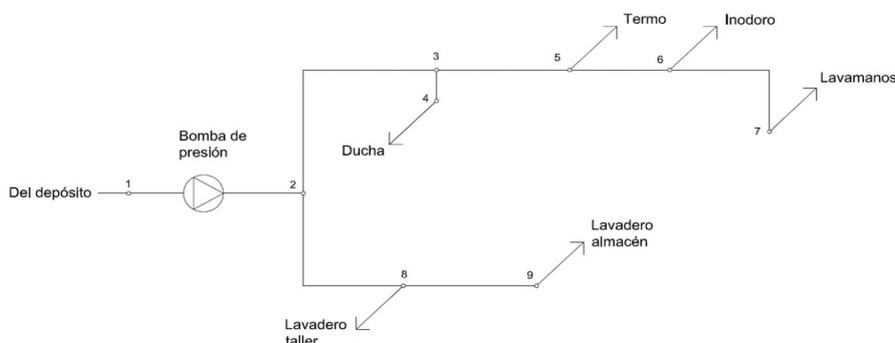
Tabla 28. Valores de la eficiencia energética

Local	Potencia total (W)	Superficie del local (m ²)	Iluminancia media resultante lreal (luxes)	Eficiencia energética (W·m-2·lux-1)	Valor límite VEEI (W·m-2·lux-1)
Almacén	2556	60	354	12,0	4
Taller	708	16	578	7,7	3,5
Oficina	354	24	695	2,1	3,5
Cabezal de riego	708	24	452	6,5	4
Vestuario	236	10	501	4,7	4
Aseo	236	10	501	4,7	4

No se cumple en ningún caso (salvo en la oficina) con las recomendaciones del citado documento del Código Técnico, sin embargo, en el mismo documento, apartado número 1: *Ámbito de aplicación*, especifica en el punto 2 apartado b), que los edificios industriales y agrícolas están excluidos de este ámbito de aplicación.

8. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Para la realización de la red de distribución de agua se han seguido los siguientes criterios, las necesidades de agua fría y caliente de la nave objeto del proyecto.



Asimismo, se expone el dimensionado de las tuberías necesarias para la ejecución de la fontanería siguiendo las prescripciones del Documento Básico HS Salubridad, sección HS 4 Suministro de agua, del Código Técnico de la Edificación.

El procedimiento llevado a cabo para la verificación de la aplicación del citado documento es el siguiente:

Figura 7. Esquema de la instalación de fontanería

- Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3
- Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4
- Cumplimiento de las condiciones de ejecución, del apartado 5
- Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado

- Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7

A continuación, en los siguientes apartados se resumen los resultados con el cumplimiento del citado procedimiento de verificación.

8.1. Datos de partida:

El primer criterio es el de la elección de la velocidad de circulación del agua por las redes de suministro. Esta velocidad se fija en $2,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Una vez fijada la velocidad, se escoge el material del que van a estar compuestas las tuberías, en este caso de polietileno reticulado; se fija asimismo la presión nominal a la que trabaja el material, la elección es de 0,6 MPa.

La presión que va a suministrar la bomba se establece en 120 kPa, lo que son a efectos de cálculo 12 metros de columna de agua (m.c.a.). Este dato será variable en función de si se cumple con la presión mínima exigida en cada uno de los aparatos.

Se han mayorado las longitudes de las tuberías un 20% por seguridad y por posibles distancias de separación entre distintos canales de la red de suministro (asimismo se establece este criterio por posibles diferencias entre distancias del techo a la salida de los ramales de enlace de cada uno de los aparatos).

La altura de las acometidas de cada uno de los aparatos se fija en un valor único para todas, este valor es de 1,5 m.

Las pérdidas de carga localizadas se establecen como un 30% de la producida por la longitud del tramo.

La cota de la nave se sitúa en 100 metros y la cota del embalse donde se capta el agua está situado a 105 metros.

El resumen de todos estos datos se expone a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 29. Datos de partida instalación de fontanería

Velocidad ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	Material de las tuberías	Presión nominal (MPa)	Presión de la bomba (mca)	Coficiente mayorante tuberías	Coficiente pérdidas de carga localizadas	Altura de las acometidas (m)	Altura del depósito (m)	Altura de la nave (m)
2,00	PE-X	0,60	12,00	1,20	1,30	1,50	105,00	100,00

Con estos datos de partida y con los cálculos obtenidos en el anejo nº III Instalación de Fontanería se obtienen los siguientes resultados para las distintas redes de distribución.

8.2. Características PE-X:

Este tipo de tuberías de plástico tiene las siguientes características asociadas:

- Mayor flexibilidad que otros tipos de tuberías de plástico
- Radio de curvatura inferior al de otros tipos de tuberías
- Memoria térmica
- Gran capacidad de elongación

Existen tablas de materiales donde conocer los diámetros nominales y diámetros interiores de este tipo de tuberías para su instalación según las necesidades calculadas. La tabla de la cual se han obtenido dichos diámetros es la siguiente.

Tabla 30. Diámetros interiores. Tuberías polietileno reticulado. PE-X

Serie Tubo S	6,3		5		4		3,2	
SDR	13,6		11		9		7,4	
PN (bar)	4		6		8		10	
DN	e (mm)	Di (mm)						
12			1,3	9,4	1,4	9,2	1,7	8,6
16	1,3	13,4	1,5	13,0	1,8	12,4	2,2	11,6
20	1,5	17,0	1,9	16,2	2,3	15,4	2,8	14,4
25	1,9	21,2	2,3	20,4	2,8	19,4	3,5	18,0
32	2,4	27,2	2,9	26,2	3,6	24,8	4,4	23,2
40	3,0	34,0	3,7	32,6	4,5	31,0	5,5	29,0
50	3,7	42,6	4,6	40,8	5,6	38,8	6,9	36,2
63	4,7	53,6	5,8	51,4	7,1	48,8	8,6	45,8
75	5,6	63,8	6,8	61,4	8,4	58,2	10,3	54,4
90	6,7	76,6	8,2	73,6	10,1	69,8	12,3	65,4
110	8,1	93,8	10,0	90,0	12,3	85,4	15,1	79,8
125	9,2	106,6	11,4	102,2	14,0	97,0	17,1	90,8

8.3. Valores obtenidos de los diámetros nominales:

Se detallan en la tabla siguiente los valores de los caudales reales, diámetros teóricos y diámetros nominales obtenidos para cada uno de los tramos teniendo en cuenta el coeficiente de simultaneidad.

Tabla 31. Diámetros nominales considerando la simultaneidad

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Demanda (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (m ³ ·s ⁻¹)	Nº de grifos	K _s	Q _{real} (m ³ ·s ⁻¹)	D _{teórico} (m)	D _{teórico} (mm)	DN
1	1	2	Bomba	-	-	1,17	0,00117	12,00	0,31	0,00036	0,0174	17,42	25
2	2	3	-	9,60	-	0,77	0,00077	8,00	0,39	0,00030	0,0159	15,89	20
3	3	4	Ducha	3,00	0,20	0,20	0,00020	2,00	1,00	0,00020	0,0130	13,03	20
4	3	5	Termo	1,20	0,40	0,57	0,00057	6,00	0,46	0,00026	0,0149	14,94	20
5	5	6	Lavamanos	4,20	0,05	0,17	0,00017	2,00	1,00	0,00020	0,0131	13,13	20
6	6	7	Inodoro	2,16	0,10	0,12	0,00012	2,00	1,00	0,00027	0,0151	15,09	20
7	2	8	Lavadero taller	3,12	0,20	0,40	0,00040	4,00	0,58	0,00023	0,0140	14,00	20
8	8	9	Lavadero almacén	10,56	0,20	0,20	0,00020	2,00	1,00	0,00020	0,0130	13,03	20

En la siguiente tabla se exponen los mismos resultados sin considerar el coeficiente de simultaneidad, estableciéndolo con valor igual a 1, lo que supone que todos los aparatos pueden funcionar simultáneamente.

Tabla 32. Diámetros nominales sin considerar la simultaneidad

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Demanda (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (m ³ ·s ⁻¹)	D _{teórico} (m)	D _{teórico} (mm)	DN
1	1	2	Bomba	-	-	1,17	0,00117	0,0315	31,51	40
2	2	3		9,60	-	0,77	0,00077	0,0256	25,57	32
3	3	4	Ducha	3,00	0,20	0,20	0,00020	0,0130	13,03	16
4	3	5	Termo	1,20	0,40	0,57	0,00057	0,0220	22,00	25
5	5	6	Lavamanos	4,20	0,05	0,17	0,00017	0,0120	12,01	16
6	6	7	Inodoro	2,16	0,10	0,12	0,00012	0,0101	10,09	12
7	2	8	Lavadero taller	3,12	0,20	0,40	0,00040	0,0184	18,43	20
8	8	9	Lavadero almacén	10,56	0,20	0,20	0,00020	0,0130	13,03	16

Los valores se consideran admisibles sin tener en cuenta el coeficiente de simultaneidad.

8.4. Velocidad resultante, pérdidas de carga, presiones requeridas y déficit de presiones:

La velocidad real que transcurre por cada tramo debe calcularse a partir del valor del diámetro interior obtenido de la Tabla 30, esta velocidad debe cumplir en todos los tramos con la velocidad establecida en los datos de partida.

En la siguiente tabla se exponen dichos resultados.

Tabla 33. Velocidades reales en cada tramo

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Demanda (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (m ³ ·s ⁻¹)	D _{teórico} (m)	D _{teórico} (mm)	DN	D _{interior} (mm)	V _{real} (m·s ⁻¹)
1	1	2	Bomba	-	-	1,17	0,00117	0,0315	31,51	40	32,60	1,40
2	2	3		9,60	-	0,77	0,00077	0,0256	25,57	32	26,20	1,43
3	3	4	Ducha	3,00	0,20	0,20	0,00020	0,0130	13,03	16	16,20	0,97
4	3	5	Termo	1,20	0,40	0,57	0,00057	0,0220	22,00	25	20,40	1,74
5	5	6	Lavamanos	4,20	0,05	0,17	0,00017	0,0120	12,01	16	13,00	1,28
6	6	7	Inodoro	2,16	0,10	0,12	0,00012	0,0101	10,09	12	9,40	1,73
7	2	8	Lavadero taller	3,12	0,20	0,40	0,00040	0,0184	18,43	20	16,20	1,94
8	8	9	Lavadero almacén	10,56	0,20	0,20	0,00020	0,0130	13,03	16	13,00	1,51

Se comprueba que todas las velocidades están por debajo del máximo permitido, 2,00 m·s⁻¹. Este criterio, permite que en algunos tramos se puedan incrementar la velocidad, ya que en ninguno de ellos se supera dicho máximo, con lo que se podrían recalculer los diámetros fijando un criterio distinto para la velocidad.

A continuación, se detallan los valores de la presión requerida en cada uno de los aparatos de la instalación y el déficit de presiones, para ello se han calculado las pérdidas de carga utilizando la expresión de Veronesse-Datei, que se expone a continuación.

$$h_r = 0,00092 \cdot CP_S \cdot l(m) \cdot Q_L^{1,8} (m^3 \cdot s^{-1}) / D_{int}^{4,8} (m)$$

Para el cálculo de la presión resultante en cada uno de los tramos se ha recurrido al teorema de Bernoulli que se cita a continuación.

$$P_1/\gamma + Z_1 + V_1^2/2 \cdot g = P_2/\gamma + Z_2 + V_2^2/2 \cdot g + \Delta h_{tramo}$$

Donde:

- P_1/γ y P_2/γ : Presiones en forma de energía específica, en m
- Z_1 y Z_2 : Cotas geométricas, en m
- $V_1^2/2 \cdot g$ y $V_2^2/2 \cdot g$: Alturas geométricas, en m
- Δh_{tramo} : Pérdidas de carga acumuladas entre los puntos, en m

En consecuencia, se obtienen los valores que se detallan en la siguiente tabla para las presiones citadas y las pérdidas de carga.

Tabla 34. Presión resultante en cada tramo

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Q_{tramo} ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	DN	D_{interior} (mm)	Presión requerida (m.c.a.)	Pérdidas de carga hr (m.c.a.)	ΔH_{acum} (m.c.a.)	Presión resultante Bernoulli (m.c.a.)	Déficit
1	1	2	Bomba	-	0,00117	40	32,60	-	-	-	15,50	-15,50
2	2	3		9,60	0,00077	32	26,20	-	1,12	1,12	14,38	-14,38
3	3	4	Ducha	3,00	0,00020	16	16,20	10,00	0,31	1,43	14,07	-4,07
4	3	5	Termo	1,20	0,00057	25	20,40	10,00	0,27	1,39	14,11	-4,11
5	5	6	Lavamanos	4,20	0,00017	16	13,00	10,00	0,93	2,32	13,18	-3,18
6	6	7	Inodoro	2,16	0,00012	12	9,40	10,00	1,21	3,53	11,97	-1,97
7	2	8	Lavadero taller	3,12	0,00040	20	16,20	10,00	1,12	1,12	14,38	-4,38
8	8	9	Lavadero almacén	10,56	0,00020	16	13,00	10,00	3,14	4,26	11,24	-1,24

Por lo que se puede observar en la Tabla 34, se obtiene un déficit negativo, por lo tanto, no hace falta aumentar la cantidad de presión que ejerce el grupo de presión motor-bomba escogido.

Es de comentar que el criterio escogido de velocidad, no es el único que se podría variar, ya que, también se podrían ajustar los diámetros de las conducciones de manera que el déficit fuera aún más ajustable (más próximo a cero) y con ello reducción en el coste de materiales.

8.5. Red ACS:

El cálculo de las dimensiones y características de la red de Agua Caliente Sanitaria (ACS), se ha hecho análogamente al anterior citado para la red de agua fría. Los datos de partida que cambian son las longitudes y los valores de los caudales, como expone el Documento Básico HS, sección HS 4, citado en el Anejo III Fontanería, en el Apartado 1, Tabla 1. En la Figura 8 se muestra el esquema de la instalación ACS.

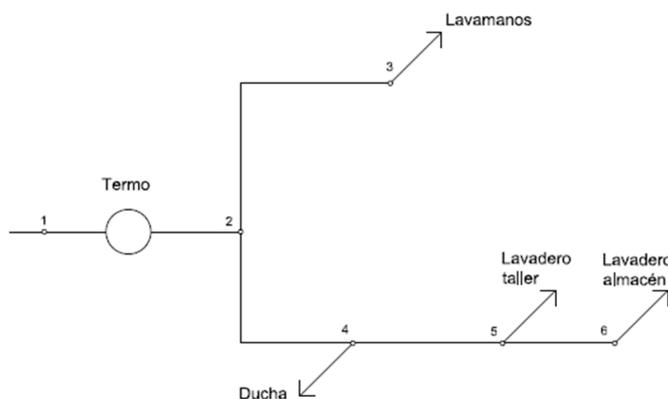


Figura 8. Esquema instalación ACS

En este caso se obvia el cálculo del caudal real mediante el coeficiente de simultaneidad.

Tabla 35. Características red ACS

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Demanda (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (l·s ⁻¹)	Q _{tramo} (m ³ ·s ⁻¹)	D _{teórico} (m)	D _{teórico} (mm)	DN	D _{interior} (mm)	V _{real} (m·s ⁻¹)
1	1	2	Termo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	3	Lavamanos	2,40	0,10	0,03	0,00003	0,0051	5,10	12	9,40	0,43
3	2	4	Ducha	3,60	0,03	0,30	0,0003	0,0160	16,00	20	16,20	1,46
4	4	5	Lavadero taller	10,80	0,10	0,20	0,0002	0,0130	13,00	20	16,20	0,97
5	5	6	Lavadero almacén	12,00	0,10	0,10	0,0001	0,0092	9,20	16	13,00	0,75

El criterio de velocidad también se cumple en este caso.

Tabla 36. Presión resultante ACS

Línea	NUD+	NUD-	Etiqueta NUD-	Longitud (m)	Q _{tramo} (m ³ ·s ⁻¹)	DN	D _{interior} (mm)	Presión requerida (m.c.a.)	Pérdidas de carga hr (m.c.a.)	ΔH _{acum} (m.c.a.)	Presión resultante Bernoulli (m.c.a.)	Déficit
1	1	2	Termo	-	-	-	-	-	-	0,00	15,50	-15,50
2	2	3	Lavamanos	2,40	0,00003	12,00	9,40	10,00	0,11	0,11	15,39	-5,39
3	2	4	Ducha	3,60	0,0003	20,00	16,20	10,00	0,77	0,88	14,62	-4,62
4	4	5	Lavadero taller	10,80	0,0002	20,00	16,20	10,00	1,12	1,23	14,27	-4,27
5	5	6	Lavadero almacén	12,00	0,0001	16,00	13,00	10,00	1,02	2,25	13,25	-3,25

La presión que ejerce el grupo de presión motor-bomba también cumple con las necesidades de los aparatos en este caso.

9. RED DE SANEAMIENTO DE AGUA

Siguiendo las prescripciones del Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico de HS Salubridad, Sección HS 5 Evacuación de aguas, en este apartado, se fija un procedimiento de verificación, el cual se expone a continuación.

- Cumplimiento de las condiciones de diseño del apartado 3.
- Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 4.
- Cumplimiento de las condiciones de ejecución del apartado 5.
- Cumplimiento de las condiciones de los productos de construcción del apartado 6.
- Cumplimiento de las condiciones de uso y mantenimiento del apartado 7.

Cada uno de los apartados mencionados son los que sigue el presente anejo para llevar a cabo la evacuación de aguas, tanto pluviales como residuales.

9.1. Resultados de diseño:

Para la realización del cálculo de los elementos que componen la red de saneamiento, se divide ésta en red de aguas pluviales y red de aguas residuales.

9.1.1. Red de aguas pluviales:

Siguiendo el Documento Básico HS Salubridad, sección HS 5 Evacuación de aguas, se tiene las siguientes peculiaridades para la red de aguas pluviales. Las aguas pluviales se retiran directamente al suelo de la nave formada por imbornales con pendiente suficiente que desembocaran en los sumideros. La arqueta de registro de las aguas pluviales se une a las aguas residuales desde los sumideros.

9.1.2. Número de sumideros:

El dimensionado de sumideros se ha hecho teniendo en cuenta que la cubierta se ha dividido en 2, siendo la superficie útil de la misma para cada sumidero de 37,5 m², por tanto y siguiendo las especificaciones de la Tabla 5 del Anejo IV Saneamiento.

Tabla 37. Número de sumideros

Superficie (m2)	Nº de Sumideros	Superficie admisible (m2)
37,5	2	100

9.1.3. Diámetro de los canalones:

Una vez realizado el cálculo del factor por precipitaciones distintas de 100 mm·h⁻¹, para una pendiente del 0,5 % y una superficie (ya mayorada) de 58,13 m², siguiendo la tabla correspondiente al apartado 2.1.1. del Anejo IV Saneamiento, Tabla 6, se obtiene un diámetro de los canalones de 125 mm

Tabla 38. Diámetro de canalón

Superficie (m ²)	Factor de corrección por intensidad pluviométrica (i)	Nueva superficie corregida	Diámetro del canalón (mm)	Superficie admisible (m ²)
37,5	1,55	58,13	125,00	60,00

9.1.4. Diámetro de las bajantes:

Para el cálculo del diámetro de las bajantes se tiene en cuenta el factor de corrección por intensidad pluviométrica distinta de $100 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$, por lo tanto y siguiendo la Tabla 8 del Anejo IV Saneamiento.

Tabla 39. Diámetro de las bajantes

Superficie (m ²)	Factor de corrección por intensidad pluviométrica (i)	Nueva superficie corregida	Diámetro de la bajante (mm)	Superficie admisible (m ²)
37,5	1,55	58,13	50,00	65,00

9.1.5. Diámetro de los colectores:

Los colectores de aguas pluviales se han dimensionado siguiendo la Tabla 9 del presente anejo, todos ellos con una pendiente del 2 %, un diámetro de 90 mm, función de la superficie de recogida, y de material PVC.

Tabla 40. Diámetro colectores aguas pluviales

Colector	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
CR1	2	90
CR2	2	90
CR3	2	90

9.2. Red de aguas residuales:

Para el cálculo de la red de aguas residuales se han tenido que calcular cada una de las unidades de desagüe de cada uno de los aparatos de los que consta la instalación. Dichas unidades están en la Tabla 1 del Anejo IV y se resumen a continuación.

9.2.1. Diámetros de los sifones y derivaciones individuales:

Los diámetros en función de las unidades de desagüe se presentan a continuación.

Tabla 41. Unidades de desagüe y diámetro mínimo de sifón y derivación individual

Aparato sanitario	Unidades de desagüe UD	Diámetro mínimo de sifón y derivación individual (mm)
Lavadero industrial almacén	3	40
Lavadero industrial taller	3	40
Lavamanos en aseo	1	32
Inodoro en aseo	4	100
Ducha en vestuario	2	40

9.2.2. Ramales colectores:

Los ramales colectores se dimensionan con una pendiente del 2 %, en el Anejo IV Saneamiento se presentan los diámetros que deben llevar dichos ramales en el apartado 2.1.1., los resultados obtenidos en cuanto a diámetros son los siguientes.

Tabla 42. Diámetro de los ramales colectores

Ramal	Función	UD (totales)	Diámetro (mm)
R1	Lavamanos	1	32
R2	Ducha	2	40
R3	Inodoro	4	50
R4	Lavaderos	6	50

9.2.3. Colectores de aguas residuales:

Los colectores son función de las unidades de descarga que se acumulan en los ramales colectores descritos anteriormente. Los colectores empleados tienen una pendiente del 2 % y están hechos de PVC. Siguiendo la Tabla 4 del Anejo IV Saneamiento, se tienen los siguientes diámetros para los colectores de aguas residuales.

Tabla 43. Diámetro de los colectores

Colector	Pendiente (%)	UD acumuladas	Diámetro (mm)
CR1	2	7	50
CR2	2	6	50
CR3	2	11	50
CR4	2	-	90

Cabe destacar que el colector 4 (CR4) une las aguas residuales con las pluviales, por lo tanto, se recurre al apartado 4.3. del Documento Básico HS 5, en el cual se especifica la conversión de unidades de descarga (UD) a superficie y por ello se obtiene dicho diámetro de colector utilizando la Tabla 9 del presente Anejo IV Saneamiento.

9.2.4. Arquetas:

Las arquetas empleadas en este proyecto son dos y tienen las dimensiones que se detallan en la siguiente tabla siguiendo las especificaciones de la Tabla 11 del Anejo IV saneamiento.

Tabla 44. Dimensiones de las arquetas

Arqueta	Colector de salida	Diámetro del colector (mm)	Dimensión de la arqueta L x A (cm)
A1	CR3	50	40 x 40
A2	CR4	90	40 x 40

9.3. *Materiales empleados:*

Los materiales empleados en la ejecución y construcción de la obra de la instalación de saneamiento de la nave objeto del proyecto son las siguientes.

9.3.1. Características de los materiales:

Las características que cumplen los materiales empleados son las siguientes:

- a. Resistencia a la agresividad de las aguas a evacuar.
- b. Impermeabilidad a líquidos y gases.
- c. Resistencia a cargas externas.
- d. Flexibilidad.
- e. Liso en su parte interior.
- f. Resistente a la abrasión.
- g. Resistente a la corrosión.
- h. Absorción de ruidos.

9.3.2. Materiales de las canalizaciones y los sifones:

El material empleado en las canalizaciones es el PVC según normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1999.

9.4. *Mantenimiento de las instalaciones:*

A continuación, se detalla cómo se debe realizar el mantenimiento y conservación de la instalación.

- Se comprobará periódicamente la estanqueidad general de la red.
- Los sifones y válvulas se revisarán y desatascarán cada vez que se constate una pérdida de caudal de evacuación.
- Los sumideros deben limpiarse al menos una vez al año.
- Se revisarán los colectores suspendidos, al menos, una vez al año.
- Cada 10 años se limpiarán las arquetas.
- Se debe mantener el agua permanentemente en los sumideros y sifones individuales para evitar malos olores.

10. RESUMEN DE PRESUPUESTO

En la Tabla nº 45 se detallan todos los capítulos de los que consta el presupuesto, en los cuales se especifica la acción a realizar y el importe de la misma. Se resume, asimismo, el presupuesto de ejecución material (PEM), el presupuesto de ejecución por contrata (PEC) y finalmente este último teniendo en cuenta el IVA.

El presupuesto final de la nave a proyectar asciende a la cantidad de CIENTO CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.

Tabla 45. Resumen del presupuesto

Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	Movimiento de tierra	170,00
2	Cimentaciones	9.279,00
3	Estructura	15.236,36
4	Cubierta	6.354,00
5	Solera y pavimentos	3.586,00
6	Cerramientos	2.794,34
7	Tabiquería	894,96
8	Inst. Eléctrica	10.608,81
9	Inst. Fontanería	3.132,17
10	Inst. Saneamiento	1.123,68
11	Equipamiento y maquinaria	39.228,80
12	Urbanización	2.416,57
13	Cerramiento exterior	7.260,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		102.020,19
13% de gastos generales		13.262,62
6% de beneficio industrial		6.121,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC = PEM + GG + BI)		121.404,02
21 % IVA		25.494,84
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)		146.898,86