



ÁREA DE INGENIERÍA DE LOS PROCESOS DE
FABRICACIÓN

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES:
CUARTO CURSO

PROYECTOS TÉCNICOS INDUSTRIALES

PROYECTO GENERAL

TÍTULO:

Proyecto de una “Nave para Taller de fabricación de bicicletas”.

PROFESORES: Moisés Blanco Caballero, Patricia Beatriz Zulueta Pérez

GRUPO: 4º Curso, único

ESPECIALIDAD: Tecnologías Industriales

EQUIPO Nº 4. FORMADO POR LOS ALUMNOS:

APELLIDOS, NOMBRE
De La Fuente Rodríguez, Daniel
Villafañe Calvo, Irene

CURSO: 2015-16

CONVOCATORIA: EXTRAORDINARIA

MEMORIA

Contenido

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.	DATOS GENERALES.....	8
1.1.	Título del proyecto.....	8
1.2.	Emplazamiento y entorno físico.....	8
2.	INFORMACIÓN PREVIA.....	10
2.1.	Requisitos normativos.....	10
2.2.	Selección del emplazamiento.....	10
2.3.	Antecedentes.....	13
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	14
3.1.	Descripción del producto final.....	14
4.	PROCESO PRODUCTIVO.....	15
4.1.	Diagrama del proceso.....	15
4.2.	Distribución en planta.....	16
4.3.	Dimensionado del proceso.....	17
4.3.1.	Programa productivo.....	17
4.3.2.	Necesidades de personal.....	17
4.4.	Descripción del proceso productivo.....	18
4.4.1.	Recepción y control de las materias primas.....	18
4.4.2.	Cortado de tubos.....	20
4.4.3.	Fresado de tubos.....	21
4.4.4.	Doblado de tubos.....	22
4.4.5.	Pulido.....	22
4.4.6.	Soldadura.....	23
4.4.7.	Inspección.....	24
4.4.8.	Pintura y secado.....	25
4.4.9.	Puestos de montaje.....	26

4.4.10.	Embalaje.....	26
4.4.11.	Maquinaria adicional.....	27
5.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	28
5.1.	Superficies útiles y construidas.	29
5.1.1.	Superficie construida.	29
5.1.2.	Superficie útil.....	30
6.	PRESTACIONES DEL EDIFICIO.....	31
6.1.	Descripción del programa funcional y usos.	31
6.2.	Requisitos básicos.....	31
6.2.1.	Seguridad estructural.....	32
6.2.2.	Seguridad en caso de incendio.	32
6.2.3.	Seguridad de utilización.....	32
6.2.4.	Higiene, salud y protección del medio ambiente.	33
6.2.5.	Protección frente al ruido.....	34
6.2.6.	Ahorro de energía.	35
MEMORIA CONSTRUCTIVA		
7.	SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO.	37
7.1.	Justificación de las características del suelo.....	37
7.2.	Movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno.	38
7.3.	Cimentación.	38
8.	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	39
9.	SISTEMA ENVOLVENTE.....	40
9.1.	Cubierta.....	40
9.2.	Cerramientos.....	40
9.2.1.	Carpintería metálica exterior.	40
9.2.2.	Fachada.....	41
10.	SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.....	42

10.1.	Carpintería interior.	42
10.2.	Tabiques.	42
11.	SISTEMA DE ACABADOS.....	43
11.1.	Alicatados.	43
11.2.	Pintura.....	43
11.3.	Enfoscados y enlucidos.	43
11.4.	Suelos y pavimentos.	44
11.5.	Falsos techos.....	45
12.	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	46
12.1.	Extinción.....	46
12.2.	Señalización y evacuación.....	46
12.3.	Iluminación de emergencia.	47
13.	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	48
13.1.	Descripción.	48
13.2.	Cálculos.....	49
13.2.1.	Cargas térmicas de calefacción.....	49
13.2.2.	Cargas térmicas de refrigeración.....	56
14.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	61
14.1.	Objetivos a cumplir y prestaciones.	61
14.2.	Normativa	63
14.3.	Descripción y características de las instalaciones	63
14.3.1.	Acometida.....	63
14.3.2.	Local.....	65
14.3.3.	Celdas:.....	70
14.3.4.	Transformador:.....	72
14.4.	Instalaciones Secundarias.	76
14.4.1.	Alumbrado.	76
14.4.2.	Baterías de Condensadores.....	76

14.4.3.	Protección contra Incendios.....	76
14.4.4.	Ventilación.....	77
14.5.	Medidas de Seguridad.....	77
14.6.	Instalaciones de enlace	78
14.6.1.	Cuadro general de mando y protección.	78
14.6.2.	Subcuadro “Administración”	79
14.7.	Instalaciones interiores.	80
14.7.1.	Conductores	80
14.7.2.	Subdivisión de las instalaciones.....	82
14.7.3.	Sistemas de instalación (ITC-BT-20 y otras)	83
14.7.4.	Cableado.....	84
14.8.	Instalación de fuerza.....	85
14.8.1.	Tomas monofásicas.....	85
14.8.2.	Cajas trifásicas precableadas.....	87
14.8.3.	Instalación de puesta a tierra	87
15.	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.....	91
15.1.	Objetivos a cumplir y prestaciones.	91
15.2.	Normativa	92
15.3.	Descripción y características de las instalaciones	93
15.4.	Iluminación de emergencia.	98
16.	INSTALACIÓN DE AGUA SANITARIA.....	100
16.1.	Introducción.....	100
16.2.	Características de la instalación.	101
16.3.	Componentes de la instalación.....	101
16.3.1.	Sistema ACS.....	103
16.3.2.	Redes de tuberías.....	103
16.4.	Dimensionado de la instalación.....	106
17.	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	112

17.1.	Instalación general.....	113
17.1.1.	Cierres hidráulicos.....	113
17.1.2.	Bajantes.....	114
17.1.3.	Tuberías de ventilación.	116
17.1.4.	Colectores.....	116
17.1.5.	Pozo de registro.	117
17.2.	Materiales de la red de evacuación.....	117

I – MEMORIA DESCRIPTIVA

1. DATOS GENERALES.

1.1. Título del proyecto.

Diseño de una nave industrial para la fabricación de bicicletas, dotada de las instalaciones de calefacción, refrigeración, suministro de ACS y agua fría, sanitaria, de electricidad e iluminación.

1.2. Emplazamiento y entorno físico.

Término municipal de Ciudad Real. Polígono industrial de la Carretera de Carrión.





Figura: Emplazamiento polígono industrial de la Carretera de Carrión.

2. INFORMACIÓN PREVIA.

2.1. Requisitos normativos.

El proyecto se ha realizado siguiendo las directrices del Plan de Ordenación Urbanística Municipal de Ciudad Real según el Decreto Legislativo 1/2005 por el cual se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo.

En lo que respecta a las prestaciones y equipamientos, el edificio cumple con los requisitos básicos establecidos por el Código Técnico de la Edificación.

De igual manera, también se da cumplimiento al resto de normativa técnica aplicable que se concreta en los anexos correspondientes.

2.2. Selección del emplazamiento.

Para la elección de la ubicación de la nueva factoría de bicicletas se han tenido en cuenta los datos proporcionados por la empresa fabricante tales como la cuota de producción de 10000 unidades anuales y sus porcentajes de distribución: Barcelona (30%), Madrid (50%) y Sevilla (20%). Por motivos fiscales y urbanísticos se está contemplando su ubicación en Ciudad Real, Gijón o León. El método usado para la resolución de dicha problemática será el procedimiento de Vogel.

Partimos de los datos tabulados de las distancias kilométricas entre las ciudades candidatas a albergar la nueva fábrica y las ciudades entre las que se distribuirá el producto final.

Tabla base:

LOCALIZACIÓN	BARCELONA	MADRID	SEVILLA	OFERTA
Ciudad Real	695	186	329	10000
Gijón	873	465	796	10000
León	784	338	668	10000
DEMANDA	3000	5000	2000	

Primera iteración:

LOCALIZACIÓN	BARCELONA	MADRID	SEVILLA	OFERTA	IT 1
Ciudad Real	695	186	329	8000	143
			2000		
Gijón	873	465	796	10000	331
León	784	338	668	10000	330
DEMANDA	3000	5000	2000		
IT 1	89	152	339		

Segunda iteración:

LOCALIZACIÓN	BARCELONA	MADRID	SEVILLA	OFERTA	IT 2
Ciudad Real	695	186	329	3000	509
		5000	2000		
Gijón	873	465	796	10000	408
León	784	338	668	10000	446
DEMANDA	3000	5000	2000		
IT 2	89	152	339		

Tercera iteración

LOCALIZACIÓN	BARCELONA	MADRID	SEVILLA	OFERTA
Ciudad Real	695	186	329	3000
	3000	5000	2000	
Gijón	873	465	796	10000
León	784	338	668	10000
DEMANDA	3000	5000	2000	

En vista de los resultados obtenidos por el procedimiento Vogel se concluyó que la ubicación óptima para la nueva factoría es Ciudad Real.

2.3. Antecedentes.

No existe ninguna edificación anterior que deba ser demolida para realizar los trabajos de construcción de la edificación.

De todas maneras, antes de realizar los trabajos de excavación se deberá realizar el estudio geotécnico pertinente. En el caso que los datos del terreno, extraídos de las catas, defiriesen excesivamente de los datos con los que ha sido calculada la cimentación, se deberían realizar de nuevo los cálculos de la cimentación.

Al tratarse de una edificación aislada, no existen edificaciones vecinas con las que la estructura pueda interactuar.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

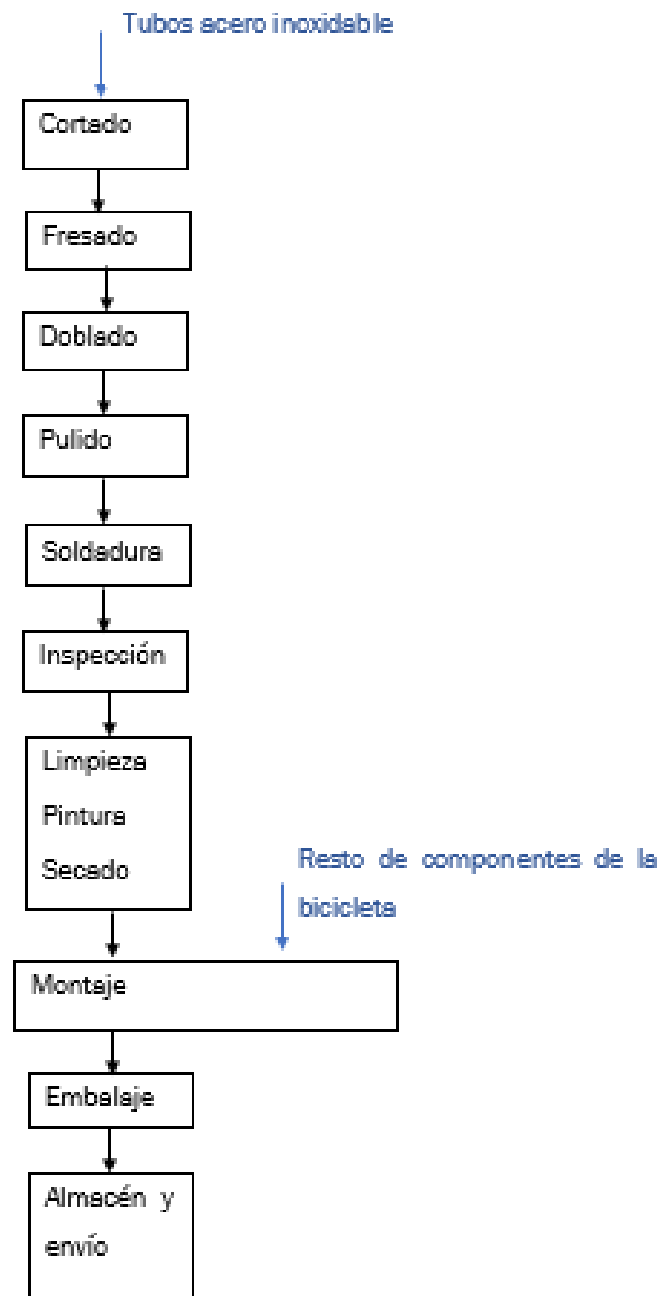
3.1. Descripción del producto final.

El producto final serán bicicletas con un nuevo diseño y con una producción de 10000 unidades anuales.

Este producto se distribuirá como se ha expuesto en el apartado anterior: Barcelona (30%), Madrid (50%) y Sevilla (20%).

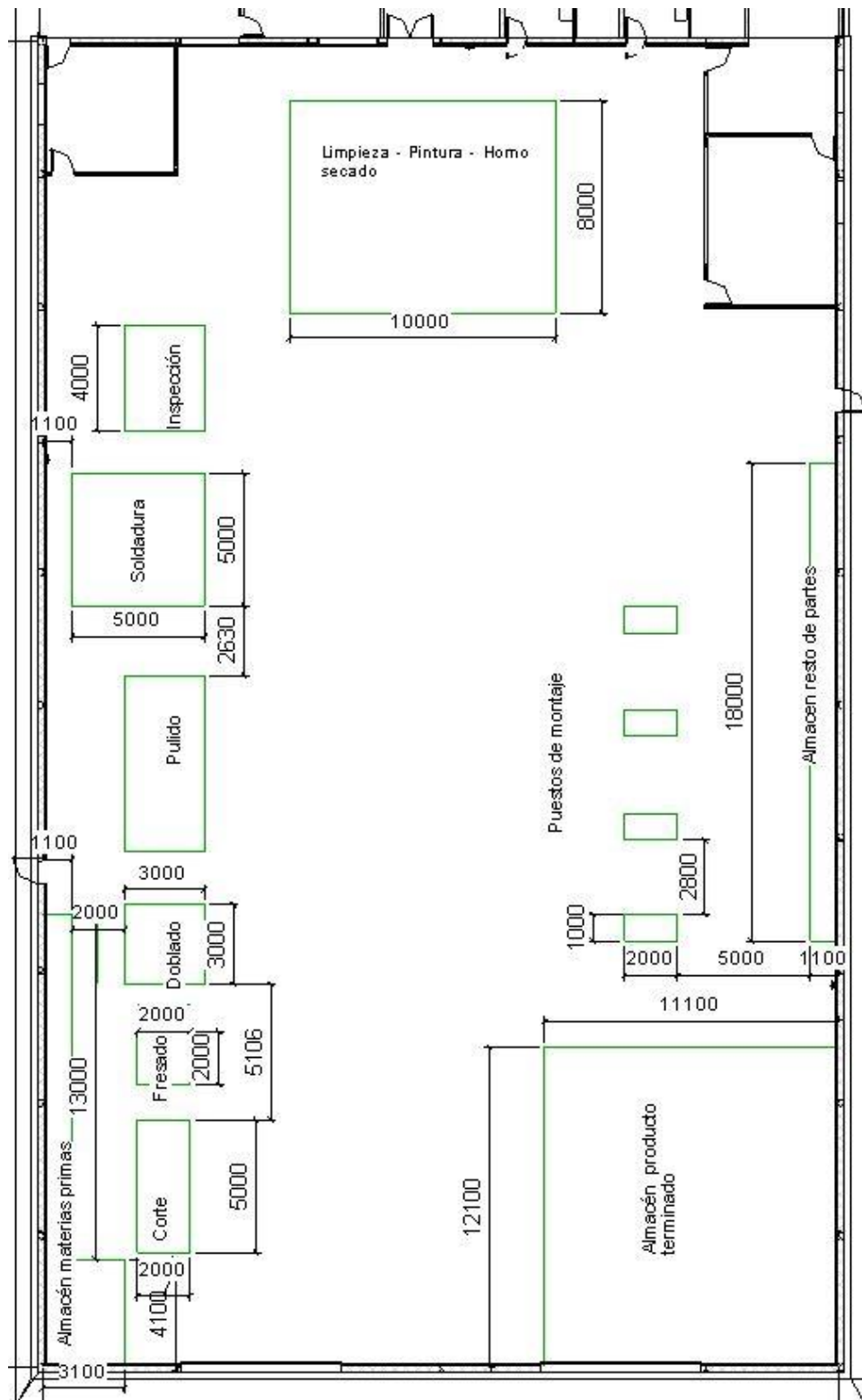
4. PROCESO PRODUCTIVO.

4.1. Diagrama del proceso.



4.2. Distribución en planta.

En la siguiente imagen se muestra la distribución en planta del proceso productivo que se va a llevar a cabo en esta nave.



4.3. Dimensionado del proceso.

En este apartado se analizará y dimensionará el programa productivo y la mano de obra necesaria para llevar a cabo el mismo.

4.3.1. Programa productivo.

Dado que la producción anual de bicicletas es de 10.000 unidades/año, y que se estima que la fábrica se abrirá durante 45 semanas al año y únicamente habrá un turno de 8 horas al día, se puede calcular la producción diaria y horaria de bicicletas:

$$10000 \frac{u}{año} \cdot \frac{año}{45 sem} \cdot \frac{sem}{5 días} \approx 45 unidades/día$$

$$45 \frac{unidades}{día} \cdot \frac{día}{8 horas} \approx 6 unidades/hora$$

Puesto que el nivel de producción es relativamente bajo, se ha elegido un proceso productivo muy poco automatizado, siendo casi todos los puestos de trabajo manuales.

4.3.2. Necesidades de personal.

Para el proceso productivo y manutención de las instalaciones se precisa del siguiente personal:

- 5 operarios:
 - Uno para corte, fresado, doblado y pulido de tubos.
 - Uno para soldado.
 - Uno limpieza y pintura.
 - Dos para montaje.
- Un ingeniero.

- Un jefe de taller.
- Un administrativo.
- Un directivo.

4.4. Descripción del proceso productivo.

4.4.1. Recepción y control de las materias primas.

Previamente al inicio de la fabricación del cuadro y del montaje de las bicicletas se hará una inspección visual de las materias primas.

Materias primas.

El proceso productivo de bicicletas comienza con la recepción de las materias primas. Entre ellas se encontrarán las partes ya montadas: ruedas, manillar, sillín, etc. y los tubos metálicos que se usarán para conformar el cuadro de la bicicleta. También formarán parte de las materias primas los materiales necesarios para embalar las bicicletas una vez montadas.

Tubos metálicos.

Para el montaje del cuadro de la bicicleta se utilizarán tubos de acero inoxidable. Dichos tubos tendrán un diámetro nominal de 30 mm, un espesor de 3 mm y una longitud de 6 metros.

Se estima que para cada bicicleta se necesitarán alrededor de 2,5 metros de tubo metálico. Teniendo en cuenta esto y que la producción diaria estará en torno a las 45 bicicletas, se necesitarán 112,5 metros de tubo cada día, que se almacenarán en unas estanterías cercanas a la zona de carga mientras no se utilicen.

Resto de componentes.

Para el montaje de cada bicicleta se necesitarán además del cuadro:

- 2 ruedas.
- 1 sillín.
- 1 manillar.
- 1 pedales.
- 1 cadena.
- 1 plato.
- 1 piñones.
- 1 eje pedalier.
- Mecanismo de frenado.
- Elementos de tornillería y uniones.

Estos materiales se recibirán y se almacenarán hasta el momento de su uso en el proceso de montaje. Se habilitará un espacio de almacenamiento específico para estos materiales cerca de las mesas de montaje.

Materiales para el embalaje.

Cada bicicleta se embalará en una caja de cartón dentro de una bolsa de plástico y asegurada dentro de la misma con polietileno expandido para evitar su deterioro durante el transporte.

La necesidad de estos materiales irá en función de la producción anual de 10000 bicicletas.

Pintura.

Dado que a cada cuadro de las bicicletas se le aplicará durante su proceso de fabricación una capa de pintura, se considera ésta como una materia prima.

La pintura tiene un rendimiento de 9m²/kg, lo que suponen unos:

$$\frac{0,03\pi \cdot 2,5 \frac{m^2}{bicicleta}}{9m^2/kg} \cdot 45 \frac{bicicletas}{día} \approx 1,2kg/día$$

Se ha elegido la pintura PE58 del fabricante Ibakimya. La ficha técnica de esta materia prima se encuentra en los anexos.

4.4.2. Cortado de tubos.

La primera operación para el montaje del cuadro de la bicicleta es el cortado de los tubos a la medida especificada por sus planos de montaje.

Para llevar a cabo esta operación se utilizará una cortadora de tubos del fabricante Rems, como la que se representa en la siguiente figura. La ficha técnica de esta herramienta se encuentra en los anexos.



Figura: Cortatubos BA Rems.

4.4.3. Fresado de tubos.

Una vez cortados a la medida apropiada, los tubos pasan a la estación de fresado para mecanizar los extremos de los mismos y darles a estos la curvatura apropiada.

Para ello se utilizará una taladradora fresadora SBF 32 del fabricante KNUTH. En la siguiente figura se muestra la imagen y en los anexos se adjunta su ficha técnica.



Figura: Taladradora fresadora SBF 32

4.4.4. Doblado de tubos.

Una vez fresados, los tubos se trasladan a la estación de doblado de los mismos para darles la curvatura especificada en los planos de montaje.

La máquina utilizada para llevar a cabo esta tarea es una curvadora MC 200 del fabricante Narges. En la siguiente figura se presenta un esquema de la misma. Y en los anexos se encuentra su ficha técnica.

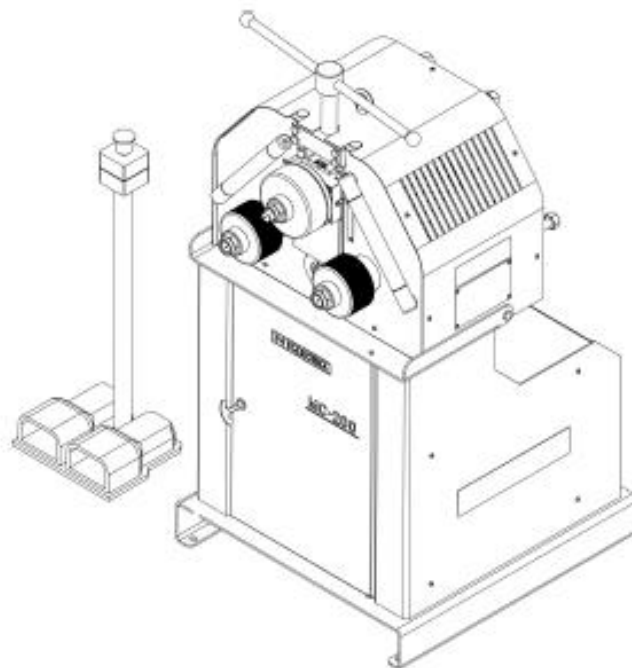


Figura: Dobladora MC 200.

4.4.5. Pulido.

El paso previo a la soldadura es la preparación de los tubos. Para ello se lleva a cabo una etapa de pulido de los mismos para conseguir una superficie apta para el soldado.

Para ello la máquina utilizada será una esmeriladora orbital LPC 160 del fabricante Garboli. Ficha técnica en los anexos, figura a continuación.



Figura: Esmeriladora LPC 160.

4.4.6. Soldadura.

El soldado de tubos se realizará por un proceso de soldadura oxiacetilénica con aporte de material.

Para ello se utilizará un equipo como el mostrado en la figura. El fabricante será SycSoldadura. Dicho equipo tiene los siguientes componentes:

- Botella de 5 litros de oxígeno.
- Botella de 3 litros de acetileno.
- Carro portabotellas con ruedas.
- Regulador de oxígeno.
- Regulador de acetileno.
- Válvulas de seguridad antirretorno.
- Manguera bitubo.
- Soplete de soldadura.
- Boquillas de soldadura O2/AD nº 1 a 4.



Figura: Equipo de soldadura oxiacetilénica.

4.4.7. Inspección.

Previo paso al pintado del cuadro ya ensamblado se realiza una inspección de imperfecciones de todos los cuadros montados.

La inspección será visual de todas las partes soldadas y sólo serán aceptados aquellos cuadros en los que la soldadura se haya realizado de manera correcta y no vaya a provocar un futuro fallo por rotura.

4.4.8. Pintura y secado.

Antes de pintar el cuadro se limpia la superficie sobre la que se va a aplicar la pintura. Este paso previo se realiza en la misma cabina, como se explica a continuación.

Para el pintado de los cuadros se ha elegido un sistema Komby del fabricante Euroimpiante SRL.

Komby es el sistema para la pintura industrial en modo manual, apto para pequeñas producciones o para retoques, gracias a la posibilidad de cargar en el transportador aéreo piezas diferentes por tratar con distintos colores. Muy adaptable a piezas metálicas de diferentes dimensiones, sus componentes modulares permiten revisar y modificar con módulos adicionales el sistema de pintura en el tiempo. A continuación, vemos las posibles configuraciones que se pueden obtener combinando los diferentes módulos que lo componen.

El sistema estándar está compuesto por tres módulos:

- cabina de lavado
- horno estático de secado/cocción
- cabina de pintura en polvo

El operador suspende la pieza (o las piezas) por tratar en los balancines del transportador aéreo. En el espacio dedicado al lavado, el operador quita la grasa de las piezas que luego se van a secar en el horno central. Después del secado, se podrá iniciar la aplicación de la pintura. Por último, las piezas se recolocarán en el horno para completar el proceso con la cocción del polvo.

El sistema preparado de este modo, permite realizar simultáneamente más de una fase de todo el ciclo de trabajo aumentando la capacidad productiva.

En la figura se muestra el esquema de este sistema:

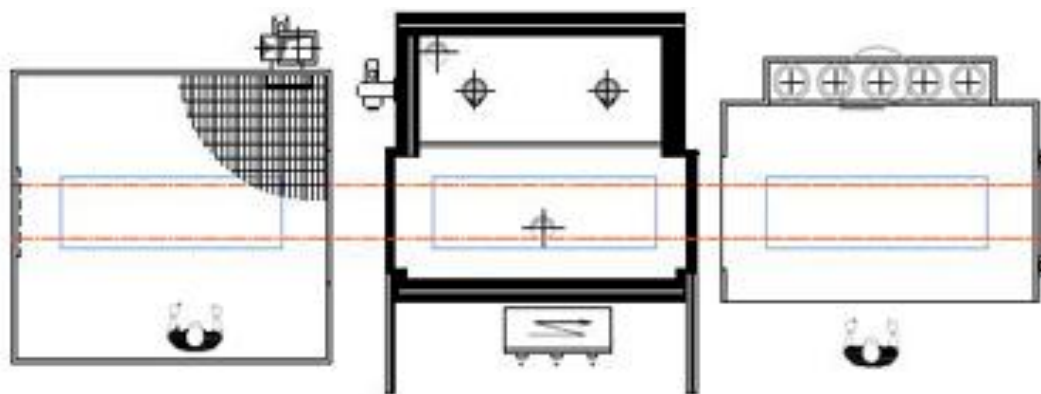


Figura: Sistema de pintura Komby.

4.4.9. Puestos de montaje.

Una vez se tiene el cuadro montado, pintado y secado se procede al ensamblaje de la bicicleta completa. Para ello se han habilitado cuatro mesas de montaje junto a las que se encuentra el almacén del resto de componentes de la bicicleta.

El montaje de las bicicletas es completamente manual por lo que no se requiere una inspección posterior al mismo, dado que el operario puede ir inspeccionando el resultado de la adicción de cada nuevo componente.

4.4.10. Embalaje.

Las bicicletas montadas se embalarán en el mismo puesto de montaje una vez se ha finalizado el mismo.

Las bicicletas se embalarán con la rueda delantera desmontada para ahorrar espacio en el empaquetado. Se introducirán en bolsas de plástico y cajas de cartón amortiguadas con polietileno expandido para garantizar su seguridad en el transporte.

4.4.11. Maquinaria adicional.

Además de las herramientas y maquinarias mencionadas en los apartados previos, será necesaria maquinaria adicional para transportar las piezas de unos puestos a otros, para llevar a cabo el almacenamiento, así como las herramientas específicas necesarias para el montaje de las bicicletas en los puestos de montaje.

Para los transportes de piezas y conjuntos se ha elegido una transpaleta manual de acero inoxidable AM I20/I20p, del fabricante Jungheinrich como la que se muestra en la figura. La ficha técnica se encuentra en los anexos.



Figura: Transpaleta AM I20/I20p

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El edificio se sitúa en la parte más al norte de la parcela. Hay dos accesos a la parcela, uno en el muro norte, por la avenida de la ciencia y otro por el muro oeste, por la calle de los hermanos Lumier. En la parte sur de la parcela se encuentra una pequeña parcela colindante. Los alrededores de la parcela, a excepción de esa parcela al sur, dan a calles y no hay ninguna otra parcela colindante.

La ubicación del edificio en la parcela se muestra en la siguiente figura.



Figura: Ubicación de la nave proyectada en la parcela.

La nave tiene dos partes fácilmente diferenciadas, una zona destinada a la producción, con unas dimensiones de 50 x 30 m y una zona de oficinas de 10 x 30 metros. Toda la nave está construida sobre una misma planta.

La entrada principal a la zona de oficinas de encuentra en la fachada norte, en el muro cortina. Además de esta entrada, hay otras 3 puertas para personal y dos puertas más para la carga y descarga de camiones ubicadas ambas en la fachada trasera.

La altura de la nave es de 8 metros y de las oficinas es de 3,5 metros.

La zona de oficinas consta de las siguientes dependencias:

- Vestíbulo.
- Sala de oficinas y archivo.
- Despacho de dirección.
- Sala de juntas.
- Despacho de jefe de taller.
- Sala de control de calidad.
- Sala de mantenimiento y utillaje.
- Sala de máquinas.
- Sala de descanso.
- Vestuario masculino y femenino.
- Baño masculino, femenino y para personas con capacidades especiales.

La parte de la nave es mayoritariamente diáfana y es donde se encuentra toda la maquinaria necesaria para el proceso y los almacenes.

5.1. Superficies útiles y construidas.

5.1.1. Superficie construida.

La superficie construida de la nave es de un total de 1.800 m², de los cuales 1500 pertenecen a la zona de fabricación y los 300 restantes a la zona de administración y oficinas.

5.1.2. Superficie útil.

Todas las superficies y su ubicación dentro del conjunto, se encuentran y pueden ser comprobadas en los planos de distribución incluidos en la documentación gráfica de este proyecto. No obstante, se resumen en el siguiente cuadro:

DEPENDENCIA	SUPERFICIE ÚTIL (m ²)
Vestíbulo	76
Sala de oficinas y archivo	37
Despacho jefe de taller	23
Dirección	12
Sala de juntas	13
Sala de descanso	34
Vestuario masculino	31
Vestuario femenino	30
Baño masculino	3
Baño femenino	3
Baño personas cap. Especiales	6
Sala de maquinas	16
Control de calidad	37
Mantenimiento y utillaje	30
Nave	1402

6. PRESTACIONES DEL EDIFICIO.

6.1. Descripción del programa funcional y usos.

La finca en la que se encuentra la edificación tendrá el acceso de vehículos y de personas por el norte. En la fachada oriental se sitúan los aparcamientos del personal y las visitas. Por la fachada sur se accederá a la zona de producción y se realizará la carga y descarga de mercaderías. El acceso para peatones se da por la fachada norte y se accede directamente a la zona de oficinas.

El uso principal de la edificación es el industrial, para la producción de bicicletas, conformando su cuadro y añadiendo el resto de componentes. Adyacente a la zona de producción se encuentra la zona de oficinas y administración.

Por lo tanto, se considera que el uso principal de la edificación es industrial.

6.2. Requisitos básicos.

En relación a las exigencias básicas del CTE se deben cumplimentar unos requisitos que aseguren la funcionalidad y seguridad del conjunto de la edificación y las instalaciones.

Se deben establecer las limitaciones de uso del edificio en su conjunto y de cada una de sus dependencias e instalaciones.

El CTE establece las exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de:

- Seguridad estructural.
- Seguridad en caso de incendio.
- Seguridad de utilización.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

Estos requisitos básicos son los establecidos por la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Estas exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

6.2.1. Seguridad estructural.

El edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, dando cumplimiento a las exigencias básicas SE1 Resistencia y estabilidad y SE2 Aptitud al servicio.

6.2.2. Seguridad en caso de incendio.

Se dan cumplimiento a las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), que en este caso es de aplicación.

En el anexo correspondiente de Instalación de Protección Contra Incendios se especifican las necesidades de sistemas de protección, los requisitos a cumplir por la estructura y acabados referentes a la propagación interior y exterior y, los medios para la evacuación de ocupantes.

6.2.3. Seguridad de utilización.

Las condiciones de seguridad de utilización del edificio proyectado cumplen con las exigencias básicas del CTE, que tiene por objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios.

En el documento anexo correspondiente se realiza el estudio de Seguridad y Salud.

6.2.4. Higiene, salud y protección del medio ambiente.

Protección frente a la humedad:

El grado de impermeabilidad y aislamiento térmico de los muros, suelos, fachadas y cubierta deben cumplir con los requisitos básicos de impermeabilidad descritos en DB HS1 Protección frente a la humedad, teniendo en cuenta los siguientes parámetros del edificio que condicionan la cuantificación de la exigencia:

Por lo que respecta al diseño de las fachadas:

- zona eólica A,
- zona pluviométrica IV,
- y la altura de coronación del edificio inferior a 15 m.

Para el diseño de paredes y suelos:

- el terreno tiene un coeficiente de permeabilidad $K_s=10^{-9}$ cm/s
- el nivel freático se encuentra a más 3 metros por debajo del suelo del edificio.

Recogida y evacuación de residuos:

El término municipal de Ciudad Real realiza la recogida de residuos de manera separativa.

En el anexo sobre gestión de residuos se especifican las fracciones de residuos y su tratamiento.

Calidad de aire interior.

Para el cálculo de las instalaciones de acondicionamiento de aire se ha cumplido lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Disponiendo el edificio de los medios suficientes para ventilar y acondicionar el aire interior adecuadamente. Las instalaciones deben proyecto se han calculado teniendo en cuenta los varemos de temperatura exigibles:

Tabla: temperaturas exigibles.

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

Suministro de agua:

En el correspondiente anexo de instalación de AFS y ACS, se da respuesta a las exigencias básicas propuestas por los HS4 Suministro de aguas.

Evacuación de aguas:

La red de evacuación de aguas separativa está dimensionada para la evacuación de aguas residuales y fecales y su posterior tratamiento, y la evacuación de aguas pluviales según los requerimientos del DB HS5.

6.2.5. Protección frente al ruido.

No es de aplicación. La maquinaria utilizada en el proceso no es excesivamente ruidosa. La edificación se encuentra aislada y separada por la carretera del núcleo urbano.

6.2.6. Ahorro de energía.

Limitación de la demanda energética.

No es de aplicación puesto que se trata de una edificación industrial no residencial.

Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Se han calculado las luminarias de la edificación con el software que proporciona DIALUX, para cumplir con los requerimientos del HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

No es de aplicación puesto que nos supera los 10.000 m² construidos de almacenamiento.

II – MEMORIA CONSTRUCTIVA

7. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO.

7.1. Justificación de las características del suelo.

Puesto que se desconoce el estudio geotécnico, se han considerado los siguientes parámetros necesarios para el cálculo de la cimentación, tanto de las zapatas aisladas como de los muros de sótano, presentes en la edificación.

A partir de los planos obtenidos del IGME, se puede determinar que Ciudad Real se asienta principalmente sobre gravas, arcilla y arena. La profundidad a la que se encuentra cada sustrato, así como sus propiedades se encuentran en siguiente tabla:

Sustrato	Profundidad, m.	Conductividad térmica, W/mK	Capacidad térmica, MJ/m³K
Grava saturada	0 – 3	1,8	2,4
Arcilla saturada	3 – 15	1,7	2
Arena saturada	15 en adelante	2,4	2,3

Según la clasificación que propone el CTE DB SE-C Cimentaciones en la tabla 3.1, la edificación se considera tipo C-0 (Construcción de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m²).

El terreno se considera tipo T-1 Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directamente mediante elementos aislados.

También se considera que no se ha encontrado nivel freático a la profundidad de cimentación.

Pese a que no se contempla que el terreno pueda contener materiales agresivos para el hormigón armado, es recomendable extender de una capa de hormigón pobre a 10 cm de profundidad para el asentamiento de la cimentación, sobre de la cual se dispondrá la capa impermeabilizante.

7.2. Movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno.

Las condiciones en las que se encuentra la parcela en la que se construirá la nave industrial hacen necesario un acondicionamiento del terreno antes de comenzar las operaciones de movimiento de tierra.

Se realizará, mediante medios mecánicos, una retirada de los primeros 20 cm de la cubierta vegetal, un nivelado del terreno y una compactación de tierras, previo a la excavación, en el solar. Debido a que el suelo del terreno está bien nivelado, no será necesario hacer un nivelado de gran importancia.

Posteriormente, se realizará la excavación, con medios mecánicos también, en pozos y zanjas para las zapatas, vigas y cimentación.

7.3. Cimentación.

La cimentación estará constituida por zapatas de hormigón armado, que soportarán los esfuerzos transmitidos por la estructura de acero, y por vigas de atado. también se arriostrarán las zapatas con una estructura de hormigón armado.

Todas las zapatas serán de tipo aislado y de geometría prismática. Tanto las zapatas como las vigas de atado se construirán de hormigón estructural, del tipo HA-25/B/20/IIa, fabricado en central y vertido con cubilote; e incorporarán un armado de acero de calidad B500S.

La ejecución de la cimentación se efectuará mediante encofrado con elementos metálicos recuperables. El hormigón estructural se verterá, en todos los casos, sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza, del tipo HL-150/B/20, fabricado en central y vertido con cubilote; y, posteriormente, se procederá a su vibrado neumático para asegurar una consistencia adecuada.

Para más información acerca de la cimentación, pueden consultarse el plano A01 Cimentación del documento “Planos”.

8. SISTEMA ESTRUCTURAL.

La estructura de la nave se organiza en dos zonas que tienen diferentes alturas.

La zona del taller, se organiza mediante 11 pórticos separados entre sí 5 m, con una luz de 30 m a dos aguas. La zona de administración en cambio se organiza mediante 2 pórticos también separados entre sí 5 m y divididos por 7 pilares cada uno, con luces entre pilares de 5 m.

Toda la estructura estará construida con perfiles laminados en caliente de acero estructural S275JR. Toda la superficie del acero estructural recibirá el correspondiente tratamiento ignífugo según norma UNE ENV 13381-4:2005, bien mediante revestimientos ignífugos especiales, aislamientos ignífugos proyectados o pintura intumescente.

La unión de la estructura con la cimentación se efectuará mediante placas de anclaje de acero estructural S275JR, con pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 de calidad B 500 S, habilitadas sobre las zapatas de hormigón.

Para más información acerca de la estructura, puede consultarse el plano A02 “Estructura metálica” contenido en el documento “Planos”.

9. SISTEMA ENVOLVENTE.

9.1. Cubierta.

En la zona del taller, que posee una cubierta con disposición a dos aguas, se instalará una cubierta inclinada de panel sándwich aislante, de 50 mm de espesor y 600 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m³.

Las fijaciones de los paneles quedarán ocultas, siguiendo las instrucciones de montaje proporcionadas por el fabricante del panel, respetando la distancia entre fijaciones y el solape mínimo.

Instalaremos 20 lucernarios revestidos con placas de polimetacrilato de metilo incoloro y 6 mm de espesor, para que entre más luz natural en el taller.

En la zona de administración, instalaremos una cubierta plana no transitable, no ventilada y autoprotégida, de tipo convencional, compuesta de arcilla expandida de 350 kg/m³ de densidad.

9.2. Cerramientos.

9.2.1. Carpintería metálica exterior.

La puerta principal de entrada al edificio será de vidrio de tipo muro cortina con los errajes de acero inoxidable cromado.

En la zona de oficinas se instalará un cerramiento muro cortina en las fachadas norte y parte de la oeste. En la fachada este y oeste, además, se instalarán tres ventanas (dos este, una oeste) de carpintería de aluminio, anodizado natural, formada por una hoja, con perfilería provista de rotura de puente térmico, y con premarco. Se instalarán a 90 cm del suelo y tendrán unas dimensiones de 1,6 x 1,6 metros.

En la zona del taller, además de los lucernarios, instalaremos ventanas a 5,3 metros del suelo, en todo el perímetro de la nave. Serán de carpintería de aluminio, anodizado natural, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y con premarco.

Se instalarán como medida de seguridad, dos puertas peatonales en el taller, cumpliendo con la distancia mínima de seguridad para la evacuación en caso de emergencia. Estas puertas serán de aluminio, anodizado natural.

En la sala de máquinas se colocará una puerta de dos hojas asimétricas de acero galvanizado (2x2,1 m de luz y altura de paso).

En las entradas de vehículos de carga y descarga al taller, se dispondrán dos puertas enrollables para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, con el panel totalmente ciego, acabado blanco. La apertura de esta puerta será automática.

9.2.2. Fachada.

Los cerramientos de la zona del taller se realizarán mediante bloques de hormigón lisos, de 25 cm de espesor, acabado liso de color blanco a una cara.

En la zona de administración (por estética y para el paso de luz), instalaremos muro cortina de aluminio con un 40% de superficie transparente.

10. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN.

10.1. Carpintería interior.

Las puertas de paso interiores de la sala de máquinas y las que separan las estancias de la zona de oficinas con la zona de taller son de acero galvanizado de dos hojas (1640x2045 mm de luz y altura de paso), y de una hoja (900x2045 mm de luz y altura de paso), modelo Ensamblada "ANDREU", con cerco esquinero tipo CS4, acabado lacado en color a elegir de la carta RAL.

El resto de puertas de paso interiores son de madera de roble, de dos hojas (1640x2045 mm de luz y altura de paso), y de una hoja (900x2045 mm de luz y altura de paso) modelo 22RR-L4-ROBLE del fabricante Outlet de la Carpintería, con un acabado de 4 capas de barniz y bisagras y manija de acero inoxidable.

10.2. Tabiques.

Las particiones interiores realizadas en la nave, para la construcción de la zona de administración, dirección, aseos y zona de descanso, así como oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, se efectuarán mediante tabiquería de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado, que será recibido con mortero de cemento M-7,5.

Para más información puede consultarse el plano S02 "Plano planta baja" contenido en el documento "Planos".

11. SISTEMA DE ACABADOS.

11.1. Alicatados.

El alicatado se realizará tanto en los aseos, como en los vestuarios, con azulejo liso de 25x40 cm, colocado sobre una superficie, en la que previamente se ha aplicado un soporte de fábrica en paramentos interiores, mediante mortero de cemento M-5. Se colocarán sin junta entre los azulejos, solamente una separación entre 1,5 y 3 mm.

En las esquinas alicatadas se instalarán cantoneras de PVC.

11.2. Pintura.

En toda la superficie que comprende la zona de administración y sala de descanso, así como oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, se aplicará una capa de pintura plástica para interior, con textura lisa (pudiéndose elegir el color), acabado mate, sobre yeso.

11.3. Enfoscados y enlucidos.

Para los tabiques interiores y las fachadas pesadas de hormigón se realizará, en la zona de administración, oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, un enfoscado de cemento de hasta 3m de altura, con un acabado superficial rugoso, con mortero de cemento M-5, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material y en los frentes de forjado.

En los aseos y los vestuarios tendremos un enfoscado de cemento maestreado con un acabado superficial rayado, para servir de base a un posterior alicatado, con mortero de cemento M-5.

Por último, en toda la zona de administración, así como oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, se rematará con un enlucido en yeso de aplicación en capa fina C6 de hasta 3 m de altura.

11.4. Suelos y pavimentos.

A continuación, se hará referencia a los distintos tipos de pavimentos de los que consta cada parte en la que se encuentra dividida la nave industrial:

Para la zona de administración, oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, se dispondrá de una base para pavimento de hormigón ligero de resistencia a compresión 2,5 MPa confeccionado en obra con arcilla expandida, y cemento Portland con caliza, de 6 cm de espesor.

Para la zona del taller y exteriores, usaremos un pavimento industrial cementoso con solera de hormigón armado de 30 cm de espesor; tratado superficialmente con mortero de rodadura, color Gris Natural, con áridos de cuarzo, pigmentos y aditivos.

Para el recubrimiento de los suelos de la zona de administración, así como oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, dispondremos de un solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 30x30 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas, con la misma tonalidad de las piezas.

Se ha decidido utilizar el mismo recubrimiento tanto para la zona de administración, vestíbulo, área de descanso... como para la zona destinada a los aseos, vestuarios, oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje, para darle uniformidad y continuidad al espacio.

11.5. Falsos techos.

La instalación de los falsos techos se limitará exclusivamente a la zona de administración, oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje.

El falso techo será liso y suspendido con estructura metálica, con resistencia al fuego, formado por dos placas de yeso laminado, con fibra de vidrio textil en la masa de yeso que le confiere estabilidad frente al fuego.

Estableceremos una altura de 3 m tanto para la zona de administración como para la oficina del jefe de taller, laboratorio de calidad y mantenimiento de utillaje.

12. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La dotación de instalaciones de protección contra incendios que se prevén en el edificio está dimensionada según los requisitos básicos del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. En el anexo de correspondiente de la presente memoria, se justifica la solución adoptada.

12.1. Extinción.

El sistema de extinción de incendios es a base de extintores portátiles que deberán ser inspeccionados con una periodicidad de cada 5 años, según el reglamento MIE-AP-5.

Extintores de polvo ABC de 6kg y eficacia 21A-113B, 2 en la zona de oficinas y 3 en la nave.



Figura: Extintores de polvo 21A-113B.

12.2. Señalización y evacuación.

Las placas de señalización deben estar fabricadas según la norma UNE 23035, en PVC semirígido de 1,1 mm de espesor.

Para el pictograma de las salidas de evacuación, se utiliza las siguientes placas de 21x15 cm en cada salida.



Figura. Señal salida de emergencia.

Para la señalización de la ubicación de los extintores, se utilizan pictogramas de dimensiones 21x30 cm.



Figura. Señal ubicación extintor.

12.3. Iluminación de emergencia.

La iluminación de emergencia debe permitir 5 lux de iluminancia y conectarse automáticamente cuando se produzca un fallo del 70%.

13. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.

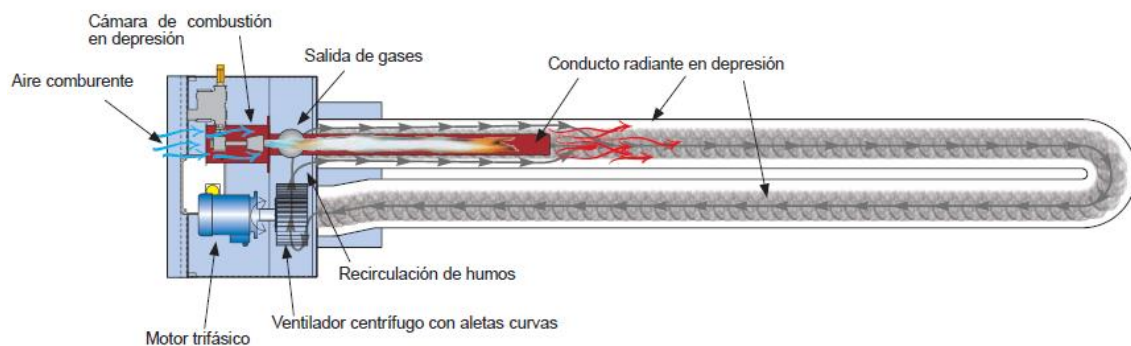
13.1. Descripción.

La instalación de climatización, tiene como objetivo adecuar las condiciones de temperatura y humedad relativa del interior de la nave y de las oficinas, para hacer de cada una de las estancias un lugar cómodo y agradable para trabajar.

En condiciones de frío exterior se tendrá que aportar calefacción a la nave y en condiciones de calor exterior se tendrá que aportar aire frío en el interior. Se ha prestado un especial esfuerzo en reducir las cargas térmicas de todo el conjunto para tener un menor consumo de energía en la climatización de la nave.

La calefacción de la nave se llevará a cabo por medio de conductos radiantes. En la siguiente figura se muestra el funcionamiento de este tipo de tecnología:

Figura. Calefacción por tubos radiantes.

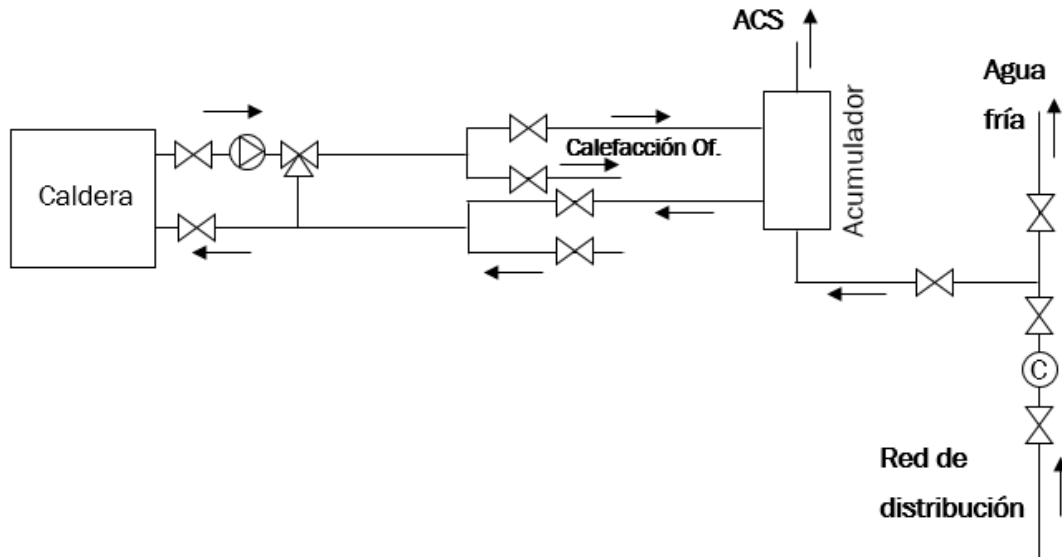


Este tipo de aparatos permiten la calefacción de zonas independientes dentro de un mismo edificio, concentrando el calor únicamente en la zona que se quiere climatizar, permitiendo así, tener diferentes temperaturas en las distintas zonas del edificio, según las necesidades y requerimientos. Son sistemas con un menor consumo energético y un mayor confort térmico.

Por otro lado, la climatización de la zona de oficinas se hará por medio de radiadores conectados a una caldera de gas, utilizada también para la generación de ACS. En la siguiente figura se muestra un esquema de esta instalación.

La refrigeración de la zona de oficinas se realizará por medio de un sistema multi-split (binomio condensadora – evaporadora).

Figura



La caldera elegida es una caldera CGB 68 del fabricante Wolf. La ficha técnica de la misma se adjunta en los anexos.

13.2. Cálculos.

13.2.1. Cargas térmicas de calefacción.

Las cargas térmicas de calefacción se refieren a las cargas de transmisión de los diferentes componentes de la nave. Las cargas térmicas representan la potencia perdida del interior en forma de calor.

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción es necesario conocer las posibles condiciones extremas que se pueden dar en la ubicación de la nave para dimensionar el sistema de calefacción. Los parámetros que se usan para calcular las cargas térmicas son la temperatura y humedad relativa exterior, la temperatura del terreno y la temperatura objetivo en el interior. La temperatura interior se

pretende que sea de 22 °C mientras que la humedad relativa de 50%. Esto es llamado condiciones de confort. En la siguiente tabla se hace un resumen de los valores usados para el cálculo.

Tabla. Condiciones térmicas exteriores e interiores para invierno.

TEMPERATURA	°C
Interior	
- Oficinas	22
- Nave	16
Exterior	-3
Terreno	10

Humedad Relativa (HR)	%
Interior	50
Exterior	70

Carga térmica de transmisión.

Es el calor que se transmite por conductividad a través de los muros, cubierta y suelos debido a diferencias finitas de temperatura.

Primeramente, se necesita el coeficiente global de transferencia de calor (U), que representa la cantidad de calor que se pierde por metro cuadrado. En la siguiente tabla se muestran los valores de este coeficiente proporcionados por Revit.

Tabla

ELEMENTO	U (W/m²K)
Suelos	0,65
Muros hormigón	0,45
Cubiertas	0,27
Vidrios	3,68
Muros cortina	2,9

Pérdidas de potencia energética por transmisión en la zona de oficinas.

La potencia calorífica perdida por conducción se calcula de la siguiente forma:

$$Q = \sum U \cdot A \cdot \Delta T$$

Por transmisión en muros:

TIPOS		A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
O	Ventana	2,52	3,68	9,2736	25	231,84
	Muro cortina	38,5	2,9	111,65	25	2791,25
	Muro hormigón	15	0,45	6,75	25	168,75
U	Ventanas nave	7,68	3,68	28,2624	25	706,56
	Puerta	2,94	3,35	9,849	25	246,225
	Muro hormigón	70	0,45	31,5	25	787,5
S	Ventanas a la nave	6,76	3,68	24,8768	6	149,2608
	Puertas a la nave	7,95	3,7	29,415	6	176,49
	Muro	105	0,45	47,25	6	283,5
Z	Puerta	3,8	3,68	13,984	25	349,6
	Muro cortina	118,7	2,9	344,23	25	8605,75
	Muro hormigón	17	3,85	65,45	25	1636,25
						16132,98

Por transmisión en suelos:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
Suelo oficina	376,5	0,65	244,725	12	2936,7
					2936,7

Por transmisión en cubiertas:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
Cubierta a taller	76,5	0,55	42,075	6	252,45
Cubierta oficina	311,7	0,27	84,2	25	2105
					2357,45

Con los datos de las tablas anteriores podemos obtener la pérdida de potencia total por transmisión de calor:

$$21427,13 \text{ W} = 21,43 \text{ kW}$$

En los anejos se incluye el cálculo detallado de pérdidas de potencia por cada estancia de la zona de oficinas.

Pérdidas de potencia energética por infiltraciones en la zona de oficinas.

Se suponen los cerramientos de la nave totalmente estancos por lo que las pérdidas de calor por infiltraciones serán nulas.

Pérdidas de potencia energética por ventilación en la zona de oficinas.

Para el cálculo de estas pérdidas se han seguido los pasos estipulados en el RITE (R Decreto-1027-2007) en la parte II: Instrucciones Técnicas, apartado IT 1.1.4.2: Exigencia de calidad del aire interior.

El primer paso es determinar la categoría de calidad del aire interior en función del uso del edificio. Para nuestro edificio la categoría es IDA 2:

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

A continuación, en la tabla 1.4.2.1 del citado documento encontramos el caudal de aire exterior en dm^3/s en función de la ocupación de las estancias. La ocupación prevista en la zona de oficinas será de unas cinco personas, por lo tanto, el caudal de aire requerido será:

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona	
Categoría	dm³/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Caudal de aire requerido = $12,5 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{persona} \cdot 5 \text{ personas} = 62,5 \text{ dm}^3/\text{s}$

Por otro lado, para el tratamiento de este aire se ha elegido instalar un recuperador calorífico con una eficiencia de un 60 %.

Para realizar los cálculos de potencia también se necesitan las propiedades del aire:

Propiedad	Valor
Capacidad Calorífica	1,012 KJ/KgK
Densidad	1,2 Kg/m³

Con estos datos y la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior, 25 °C, puede calcularse las pérdidas de potencia.

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$\text{Pérdidas de Potencia} = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot 25 \text{ K} = 1,8975 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta la eficiencia del recuperador, se podrá recuperar el 60% de esta potencia, por tanto:

$$1,8975 \text{ kW} \cdot 0,6 = 1,138 \text{ kW}$$

Con este dato, podemos realizar el balance anterior de manera inversa para conocer la temperatura de aire necesaria para llevar a cabo la climatización:

$$1,138 \text{ kW} = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot (T_s - (-3))$$

$$T_s = 10,77 \text{ }^\circ\text{C}$$

Y ya, con esta temperatura podemos calcular la variación de potencia requerida para calentar el aire necesario para climatizar estas estancias:

$$\Delta P = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{s} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot (22 - 10,77)K = 0,8524 \text{ kW}$$

Potencia total requerida para la calefacción de la zona de oficinas.

Recopilando los resultados calculados en apartados anteriores tenemos que, la potencia calorífica total requerida para calefactar será, la potencia perdida por transmisión y la potencia necesaria para calentar el aire de ventilación, por tanto:

$$\text{Potencia total} = 21,43 \text{ kW} + 0,85 \text{ kW} \approx 22,3 \text{ kW}$$

Dado que la calefacción elegida es capaz de proporcionar 68 kW de potencia, los requerimientos de calor para calefactar la zona de oficinas están perfectamente satisfechos.

Pérdidas de potencia energética por transmisión en la nave.

Los cálculos para la zona de la nave son análogos a los de la zona de oficina, se adjuntan a continuación las tablas de pérdidas de potencia por transmisión de calor por muros, cubiertas y suelos.

Por transmisión en cubiertas:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
Cubierta taller	1255,2	0,27	338,9	19	6439,1
Lucernario	300	3,02	906	19	17214
					23653,1

Por transmisión en muros:

TIPOS		A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
O	Ventanas nave	56,6	3,68	208,288	19	3957,472
	Puerta	1,9	3,35	6,365	19	120,935
	Muro hormigón	344,1	0,45	154,845	19	2942,055
U	Ventanas nave	56,6	3,68	208,288	19	3957,472
	Puerta	4,8	3,35	16,08	19	305,52
	Muro hormigón	341,5	0,45	153,675	19	2919,825
S	Ventanas nave	32,4	3,68	119,232	19	2265,408
	Puertas	60	3,7	222	19	4218
	Muro hormigón	178,3	0,45	80,235	19	1524,465
Z	Ventanas nave	32,4	3,68	119,232	19	2265,408
	Muro hormigón	94,1	0,45	42,345	19	804,555
						25281,12

Por transmisión en suelos:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A*U (W/°K)	ΔT	Q (watt)
Suelo nave	1525,6	0,65	991,64	12	11899,68
					11882

Con los datos de las tablas anteriores podemos obtener la pérdida de potencia total por transmisión de calor:

$$60816,2 \text{ W} = 60,82 \text{ kW}$$

Pérdidas de potencia energética por infiltraciones en la nave.

Se suponen los cerramientos de la nave totalmente estancos por lo que las pérdidas de calor por infiltraciones serán nulas.

Pérdidas de potencia energética por ventilación en la nave.

Para el cálculo de estas pérdidas se han considerado necesaria la renovación de 1,5 volúmenes por hora, para garantizar una limpieza y salubridad del aire en la zona de fabricación.

Por tanto, dado que el volumen total de la nave son 12204,8 m³, se requiere una renovación del aire de: 18307,3 m³/h

$$Pérdidas de Potencia = \frac{5,085 \text{ m}^3}{s} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot 19 \text{ K} = 117,34 \text{ kW}$$

Potencia total requerida para la calefacción de la nave.

Recopilando los resultados calculados en apartados anteriores tenemos que, la potencia calorífica total requerida para calefactar será, la potencia perdida por transmisión y la potencia necesaria para calentar el aire de ventilación, por tanto:

$$\text{Potencia total} = 60,82 \text{ kW} + 117,34 \text{ kW} \approx 178,16 \text{ kW}$$

Para satisfacer estos requerimientos de calor se han elegido dos módulos de calefacción por radiación del fabricante Indelcasa, de 115 kW de potencia cada uno. La ficha técnica del dispositivo se encuentra en los anexos.

13.2.2. Cargas térmicas de refrigeración.

Las cargas térmicas de refrigeración se refieren a las cargas de transmisión de los diferentes componentes de la nave. Las cargas térmicas de climatización

representan la potencia indeseada del exterior que entra al interior de la nave en forma de calor.

Para el cálculo de las cargas térmicas de climatización es necesario conocer las posibles condiciones extremas que se pueden dar en la ubicación de la nave para dimensionar el sistema de climatización. Los parámetros que se usan para calcular las cargas térmicas son la temperatura y humedad relativa exterior, la temperatura del terreno y la temperatura objetivo en el interior. La temperatura interior se pretende que sea de 24 °C mientras que la humedad relativa de 50%. Esto es llamado condiciones de confort. En la tabla se hace un resumen de los valores usados para el cálculo.

Se va a calcular la refrigeración únicamente de la zona de oficinas, dado que no se requiere refrigeración en la zona de producción y almacenamiento.

Tabla. Condiciones térmicas exteriores e interiores para invierno.

TEMPERATURA	°C
Interior	
- Oficinas	24
- Nave	26
Exterior	36
Terreno	12

Humedad Relativa (HR)	%
Interior	50
Exterior	40

Carga térmica de transmisión.

Es el calor que se transmite por conductividad a través de los muros, cubierta y suelos debido a diferencias finitas de temperatura.

Se utilizarán los mismos datos de coeficiente global de transferencia de calor (U) que se han manejado en apartados anteriores.

Pérdidas de potencia energética por transmisión.

La potencia calorífica perdida por conducción se calcula de la siguiente forma:

$$Q = \sum U \cdot A \cdot \Delta T$$

Por transmisión en muros:

TIPOS		A (m ²)	U (W/m ² K)	A*U (W/K)	ΔT	Q (watt)
O	Ventana	2,52	3,68	9,2736	12	111,2832
	Muro cortina	38,5	2,9	111,65	12	1339,8
	Muro hormigón	15	0,45	6,75	12	81
L	Ventanas nave	7,68	3,68	28,2624	12	339,1488
	Puerta	2,94	3,35	9,849	12	118,188
	Muro hormigón	70	0,45	31,5	12	378
S	Ventanas a la nave	6,76	3,68	24,8768	2	49,7536
	Puertas a la nave	7,95	3,7	29,415	2	58,83
	Muro	105	0,45	47,25	12	567
Z	Puerta	3,8	3,68	13,984	12	167,808
	Muro cortina	118,7	2,9	344,23	12	4130,76
	Muro hormigón	17	3,85	65,45	12	785,4
						8126,972

Por transmisión en cubiertas:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A*U (W/°K)	ΔT	Q (watt)
Cubierta a taller	76,5	0,55	42,075	2	84,15
Cubierta oficina	311,7	0,27	84,2	12	1010,4
					1094,55

Por transmisión en suelos:

TIPOS	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A*U (W/°K)	ΔT	Q (watt)
Suelo oficina	376,5	0,65	244,725	12	2936,7
					2936,7

Con los datos de las tablas anteriores podemos obtener la pérdida de potencia total por transmisión de calor:

$$12158,22 \text{ W} = 12,16 \text{ kW}$$

Pérdidas de potencia energética por infiltraciones.

Se suponen los cerramientos de la nave totalmente estancos por lo que las pérdidas de calor por infiltraciones serán nulas.

Pérdidas de potencia energética por ventilación.

De igual manera que en el apartado previo, hay que tener en cuenta la renovación de aire exigida en el RITE.

Repitiendo los cálculos para una diferencia de temperaturas entre el aire interior y exterior de 12 °C:

$$Pérdidas de Potencia = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$Pérdidas de Potencia = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{s} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot 12 \text{ K} = 0,9108 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta la eficiencia del recuperador, se podrá recuperar el 60% de esta potencia, por tanto:

$$0,9108 \text{ kW} \cdot 0,6 = 0,5464 \text{ kW}$$

Con este dato, podemos realizar el balance anterior de manera inversa para conocer la temperatura de aire necesaria para llevar a cabo la climatización:

$$0,5464 \text{ kW} = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot (36 - (T_s))$$

$$T_s = 28,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Y ya, con esta temperatura podemos calcular la variación de potencia requerida para calentar el aire necesario para climatizar estas estancias:

$$\Delta P = \frac{0,0625 \text{ m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{1,2 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1,012 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} \cdot (28,8 - 24) \text{ K} = 0,333 \text{ kW}$$

Potencia total requerida para la refrigeración de la zona de oficinas.

Recopilando los resultados calculados en apartados anteriores tenemos que, la potencia calorífica total requerida para refrigerar será, la potencia perdida por transmisión y la potencia necesaria para refrigerar el aire de ventilación, por tanto:

$$\text{Potencia total} = 12,16 \text{ kW} + 0,333 \text{ kW} \approx 12,5 \text{ kW}$$

Para llevar a cabo esta climatización se ha elegido un dispositivo multi-split de la empresa Mitsubishi Electric. El modelo elegido para el dispositivo exterior es el: MXZ-8B140VA, capaz de proporcionar 14 kW de frío a 8 dispositivos interiores diferentes. La ficha técnica del producto se adjunta en los anexos.

14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

14.1. Objetivos a cumplir y prestaciones.

Disponer de un sistema de tomas de fuerza, cableado y protección eléctrica adecuado para garantizar el suministro de potencia eléctrica a todas las dependencias de la nave, tanto en materia de iluminación como en materia de fuerza, así como garantizar la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y faltas a tierra requerida en función de las características de la instalación, atendiendo siempre a los criterios de seguridad establecidos por la normativa vigente.

El dimensionado de la instalación ha sido calculado por encima de las necesidades actuales del promotor, previendo posibles futuras ampliaciones en las líneas de trabajo de la empresa. Asimismo, la distribución y el dimensionado de las tomas de fuerza han sido diseñados de la forma más versátil posible, procurando proveer a la nave de un sistema de tomas eléctricas capaz de alimentar con solvencia cualquier tipo de producción relacionada con actividades de carpintería metálica o fabricación ligera que pueda implantarse ahora o en el futuro. Los detalles a este respecto quedan especificados a lo largo de los siguientes apartados del presente epígrafe.

Se ha aplicado un factor de corrección de 1,1 en las líneas con un uso variable dejando en 1 el de las líneas con una previsión de uso constante en el tiempo, según el análisis realizado tanto de las demandas de potencia previstas como de la experiencia en este tipo de instalaciones y de las especificaciones realizadas por el promotor.

A continuación, se presenta una tabla con las potencias eléctricas nominales estimadas para cada línea junto con los respectivos coeficientes de simultaneidad empleados para el dimensionamiento en cada caso:

N° Cuadro	Estancia	Potencia de la línea de fuerza (W)		Potencia de la línea de iluminación (W)	
		Nominal	Factor corrección	Nominal	Factor corrección
A1	VESTÍBULO PASILLO Y	4000	1,1	405	1,00
	ASEO MASCULINO	4000	1,1	46	1,00
	ASEO FEMENINO			46	1,00
	ASEO P.C.E.			46	1,00
	SALA DE DESCANSO	8000	1,1	344	1,00
	EXCUSADOS VEST. FEM.	4000	1,1	92	1,00
	DUCHAS FEMENINAS			108	1,00
	VESTUARIO FEMENINO			172	1,00
	EXCUSADOS VEST. MASC.	4000	1,1	46	1,00
	VESTUARIO MASCULINO			129	1,00
	DUCHAS MASCULINAS			108	1,00
	OFICINA JEFE TALLER	6000	1,1	512	1,00
	OFICINA TÉCNICA			688	1,00
	DESPACHO DIRECCIÓN	6000	1,1	258	1,00
	SALA DE JUNTAS			258	1,00
	CONTROL DE CALIDAD	6000	1,1	731	1,00
	MTO. UTILLAJE			216	1,00
	SALA DE MÁQUINAS	16000	1,1	54	1,00
T1	TALLER	4000	1,1	9660	1,00
	CORTADORA DOBLADORA Y	4000	1,00	-	-
	FRESADORA SOLDADURA Y	4000	1,00	-	-
	CABINA PINTURA	12000	1,00	-	-
	MONTAJE EXPEDICIONES Y	4000	1,00	-	-
	PUERTAS CARGA Y DESCARGA	4000	1,00	-	-
T2	TRIF. TALLER	4000	1,1		
	TOTAL	94000	100400	13919	

14.2. Normativa

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002), en particular aquellas indicaciones correspondientes a la ITC-BT-44 sobre instalaciones de receptores para alumbrado y a la ITC-BT-09 sobre instalaciones de alumbrado exterior.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre).
- Normativa de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por los trabajadores.
 - Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Normas particulares de distribución en Baja Tensión de Iberdrola Distribución S.A.

14.3. Descripción y características de las instalaciones

14.3.1. Acometida

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior,

empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Características celdas RM6

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de MerlinGerin, un conjunto de celdas compactas equipadas con apartamentas de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE 20-090, 20-135, 21-081
- UNE-EN 60129, 60265-1
- CEI 60298, 60420, 60265, 60129
- UNESA Recomendación 6407 A

Toda la apartamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma CEI 56-4-17, clase III.

Características celdas SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de MerlinGerin, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

14.3.2. Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-7T1DPF con dos puertas peatonales de MerlinGerin, de dimensiones 6.980 x 2.500 y altura útil 2.535 mm.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento si la hubiera. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de MerlinGerin.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

- Compacidad.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.
- Facilidad de instalación.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

- Material.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

- Equipotencialidad.

La propia armadura de mallazoelectrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmnios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- Impermeabilidad.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

- Grados de protección.

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

Envolvente.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

Suelos.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

Cuba de recogida de aceite.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

Puertas y rejillas de ventilación.

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

El poder de corte de la aparamenta será de 400 A eficaces en las funciones de línea y de 16 kA en las funciones de protección (ya se consiga por fusible o por interruptor automático).

El poder de cierre de todos los interruptores será de 40 kA cresta.

Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta a tierra de 40 kA cresta de poder de cierre.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra. Además, el seccionador de puesta a tierra deberá ser directamente visible a través de visores transparentes.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Características generales celdas RM6

PARÁMETRO	VALOR
Tensión asignada	24 kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: <ul style="list-style-type: none">- a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto- a impulso tipo rayo	50 kV ef 125 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en funciones de protección	200 A
Intensidad asignada en interrupción automática	400 A
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16 kA ef
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40 kA cresta*

* 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

Características generales celdas SM6

PARÁMETRO	VALOR
Tensión asignada	24 kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: <ul style="list-style-type: none">- a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto- a impulso tipo rayo	50 kV ef 125 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea	400 - 630 A
Intensidad asignada en interrupción automática	400 - 630 A
Intensidad asignada en ruptofusibles	200 A
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16 kA ef
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40 kA cresta*
Grado de protección de la envolvente	IP307 según UNE 20324-94
Puesta a tierra	-

* 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

14.3.3. Celdas:

CELDA CUATRO INTERRUPTORES.

Conjunto Compacto MerlinGerin gama RM6, modelo RM6 4I (4L), equipado con CUATRO funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.142 mm de alto, 1.619 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF6, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

El interruptor de la función de línea es un interruptor-seccionador de las siguientes características:

- Intensidad térmica: 16 kA eficaces.
- Poder de cierre: 40 kA cresta.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Palanca de maniobra.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- Pasatapas de tipo roscados de 400 A en las funciones de línea.
- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

4 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

CELDA DE PASO DE BARRAS.

Celda MerlinGerin de paso de barras modelo GIM, de la serie SM6, de dimensiones: 125 mm de anchura, 840 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, para separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado, a una intensidad de 400 A y 16 kA.

CELDA DE REMONTE.

Celda MerlinGerin de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda MerlinGerin de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF, de 24kV, y calibre 25 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra superior (aguas arriba de los fusibles).

- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el paso a la posición de tierra del interruptor y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el interruptor de la celda QMB no se ha puesto en posición de tierra previamente.

CELDA DE MEDIDA.

Celda MerlinGerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SM6, modelo GBCC, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 15-30/5A, 10VA CL0.5S, $I_{th}=200I_n$ y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, modelo de alta seguridad (antiexplosivos), de relación 13.200:V3-22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.5, $F_t= 1,9$ y aislamiento 24 kV.

14.3.4. Transformador:

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLI1UN0250EZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca MerlinGerin, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

PARÁMETRO	VALOR
Potencia nominal	250 kVA
Tensión nominal primaria	13.200 V
Regulación en el primario	+/-2,5%, +/-5%.
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V
Tensión de cortocircuito	4 %
Grupo de conexión	Dyn11
Nivel de aislamiento:	
- Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s	95 kV
- Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min	50 kV

(*) Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada) (HD 472:1989)
- UNE 21428 (96) (HD 428.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240 mm² Al para las fases y de 1x240 mm² Al para el neutro.

Características material vario de Alta Tensión.

EMBARRADO GENERAL CELDAS RM6.

El embarrado general de los conjuntos compactos RM6 se construye con barras cilíndricas de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diámetro.

AISLADORES DE PASO CELDAS RM6.

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205A y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para las de protección.

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 mdaN.

Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

14.4. Instalaciones Secundarias.

14.4.1. Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro de transformación.

14.4.2. Baterías de Condensadores.

No se instalarán baterías de condensadores.

14.4.3. Protección contra Incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

14.4.4. Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

14.5. Medidas de Seguridad.

Seguridad en celdas RM6

Los conjuntos compactos RM6 estarán provistos de enclavamientos de tipo MECÁNICO que relacionan entre sí los elementos que la componen.

El sistema de funcionamiento del interruptor con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En su posición cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo asimismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

Un dispositivo anti-reflex impedirá toda tentativa de reapertura inmediata de un interruptor.

Asimismo, es de destacar que la posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

El compartimento de fusibles, totalmente estanco, será inaccesible mediante bloqueo mecánico en la posición de interruptor cerrado, siendo posible su apertura únicamente cuando éste se sitúe en la posición de puesta a tierra y, en este caso, gracias a su metalización exterior, estará colocado a tierra todo el compartimento, garantizándose así la total ausencia de tensión cuando sea accesible.

Seguridad en celdas SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

14.6. Instalaciones de enlace

14.6.1. Cuadro general de mando y protección.

Será el cuadro en el que desemboque la salida del transformador, situado junto a la puerta de acceso al taller desde la oficina del jefe de taller (según lo recomendado por la ITC-BT-17 del RBT), lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En él irán incluidos tanto los dispositivos generales de mando y protección como los dispositivos de mando y protección de cabecera para cada una de las siete líneas en que se ha dividido la instalación eléctrica. En total constará de los siguientes elementos instalados en su interior:

- Interruptor general automático de corte tetrapolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Será de $I_n=250A$ y tendrá un

poder de corte de 15 kA. En todo caso será independiente del interruptor de control de potencia.

- Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Será de $I_n=250$ A y tendrá una sensibilidad de 30 mA, regulado en tiempo e intensidad. Será de disparo selectivo con el resto de interruptores diferenciales instalados aguas abajo de la instalación según lo especificado en la ITC-BT-17 del RBT.
- Línea “Cabina de pintura”: protegida en cabecera a través de un magnetotérmico, $I_n=25$ A, tetrapolar, poder de corte de 10 kA, sensibilidad de 30 mA.
- Líneas “Cortadora y dobladora, fresadora y soldadura, montaje y expediciones, puertas automáticas”: protegidas en cabecera a través de un magnetotérmico, $I_n=25$ A, bitrapolar, poder de corte de 10 kA, sensibilidad de 30 mA.
- Línea “A1-Administración”: protegida en cabecera a través de un magnetotérmico, $I_n=120$ A, tetrapolar, poder de corte de 10 kA, sensibilidad de 30 mA.
- Línea “T1-Taller”: protegida en cabecera a través de un magnetotérmico, $I_n=25$ A, tetrapolar, poder de corte de 10 kA, sensibilidad de 30 mA.
- Línea “T2-Tomas Trifásicas Taller”: protegida en cabecera a través de un diferencial, $I_n=63$ A, tetrapolar, poder de corte de 10 kA, sensibilidad de 30 mA.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro general una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

14.6.2. Subcuadro “Administración”

Estará situado frente la entrada principal, según lo dispuesto en el documento de planos. Estará conectado al cuadro general de mando y protección a través de una línea trifásica instalada en canal en empotramiento de obra, compuesta de cuatro

cables unipolares de sección 35 mm² de diseño normalizado RV-K, y un cable unipolar de toma de tierra de sección 16 mm² de diseño normalizado TT. Todos ellos aislados independientemente con XLPE y tensión de aislamiento asignada de 0.6/1 kV.

Los cuadros incluirán en su interior los dispositivos individuales de mando y protección correspondientes a las líneas de fuerza y de iluminación, referidos en el plano número E05 del documento de planos incluido en este proyecto, dispuestos según las especificaciones indicadas en la ITC-BT-17 del RBT.

14.7. Instalaciones interiores.

Prescripciones generales (ITC-BT-19)

14.7.1. Conductores

La elección de conductores para cada línea de la instalación interior queda reflejada en los planos E01, E02, E03, E04 Y E05, correspondientes al esquema unifilar de la instalación e incluidos en el documento de planos adjunto en el presente proyecto.

Los conductores y cables que se emplearán en las instalaciones serán de cobre salvo en el caso de la acometida y serán siempre aislados. La tensión asignada será igual o superior a 450/750 V según lo establecido por normativa. La sección de los conductores a utilizar se ha determinado de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Para este cálculo se ha tenido en cuenta la longitud del conductor, la potencia del circuito correspondiente y su caída de tensión según las siguientes fórmulas:

$$S_{monofásica} = \frac{2 \cdot P \cdot L \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{trifásica} = \frac{P \cdot L \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} \text{ (mm}^2\text{)}$$

Siendo:

- S sección calculada según el criterio de la caída de tensión máxima admisible en mm².
- γ conductividad del conductor a la temperatura de servicio prevista (m/ Ω mm²).
- P potencia activa prevista para la línea, en vatios.
- L longitud de la línea en m.
- ΔV caída de tensión máxima admisible en voltios en la línea.
- V tensión nominal de la línea (400 V en trifásico, 230 V en monofásico)

Se elegirá el conductor de sección normalizada inmediatamente superior al obtenido mediante el cálculo, con un mínimo de 1,5 mm².

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección se han calculado para cumplir con las secciones mínimas establecidas por norma en el RBT:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf < 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

Identificación de conductores

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables, especialmente en lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase o, en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

14.7.2. Subdivisión de las instalaciones

La instalación se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ella, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan. De este modo se pretende:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

Esta subdivisión queda reflejada en los planos 12 y 13, relativos respectivamente a la conexión de las tomas de fuerza y de los interruptores de iluminación con sus respectivos subcuadros de mando y protección.

Equilibrado de cargas

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible entre la carga de cada una de las fases de alimentación de la instalación, se procurará repartir la carga prevista para cada una de las líneas de forma equitativa entre las tres fases.

Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, 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. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Cuando se trate de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

14.7.3. Sistemas de instalación (ITC-BT-20 y otras)

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

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

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc...

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

En general, la instalación eléctrica perteneciente a las zonas de aseos, baños, duchas y vestuarios, se realizará conforme a las indicaciones especificadas en la ITC-BT-27 del RBT en función de las particularidades propias del proyecto de saneamiento y fontanería que se ejecute en esas zonas.

14.7.4. Cableado.

Cables instalados en canal en empotramiento de obra.

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20460-5-52 y en las instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20 del RBT.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limiten al local donde se efectúa la instalación.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

En todo caso la instalación se ajustará a lo indicado por los apartados 3 y 4 de la ITC-BT-21 del RBT.

Cables instalados en falso techo

Los cables unipolares instalados en falso techo serán de tensión asignada 450/750 V.

La sección del falso techo será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior del falso techo y los cambios de dirección del cableado en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción de los techos, o sus guarnecidos y decoraciones.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del falso techo, prestando especial atención a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar las labores de limpieza, etc...

Cables instalados en bandeja perforada.

Serán tetrapolares o unipolares y adecuados a norma UNE 20460-5-52.

Las bandejas serán perforadas, de acero inoxidable resistente a la corrosión, para alojamiento de cables eléctricos conforme a la norma UNE-EN 10088-2.

14.8. Instalación de fuerza

14.8.1. Tomas monofásicas

La alimentación de fuerza monofásica ordinaria en el interior de la nave estará compuesta por 181 tomas de corriente domésticas de calidad alta para instalaciones empotradas, 2 polos + tierra lateral, con mecanismo completo de

10/16A, 230 V, sin marco, adecuadas a la normativa especificada por el RBT de 2002.

Estarán instaladas a una altura de 0.3 m sobre el nivel del suelo en cada caso.

La disposición exacta de cada una de las tomas queda reflejada en el plano E05 del presente proyecto.

El cableado para estas tomas será instalado en canal en empotramiento de obra, salvo en los casos en que sea necesario empleo de cables instalados en falso techo. Las especificaciones de cada línea y sus correspondientes protecciones quedan reflejadas en el esquema unifilar correspondiente al plano E01 del presente proyecto.

A continuación, se presenta una tabla con la distribución de tomas de fuerza en cada una de las dependencias de la nave:

Zona	Tomas monofásicas (4kW)	Tomas monofásicas (8 kW)	Tomas trifásicas (12,5 kW)
VESTÍBULO Y PASILLO	5		
DUCHAS FEMENINAS	0		
DUCHAS MASCULINAS	0		
OFICINA TÉCNICA	6		
SALA DE JUNTAS	3		
SALA DE DESCANSO	9		
DESPACHO DIRECCIÓN	3		
CONTROL DE CALIDAD	8		
OFICINA JEFE TALLER	3		
VESTUARIO FEMENINO	4		
VESTUARIO MASCULINO	5		
ASEO MASCULINO	1		
ASEO FEMENINO	1		
ASEO P.C.E.	1		
EXCUSADOS VEST. FEM.	0		
EXCUSADOS VEST. MASC.	0		
MTO. UTILLAJE	4		
SALA DE MÁQUINAS	2	2	
TALLER		17	7
TOTAL	55	19	7

14.8.2. Cajas trifásicas precableadas

Para la disposición de tomas de fuerza de alta potencia en la zona de taller, que permitan una adecuada versatilidad de cara a la correcta alimentación eléctrica de cualquier tipo de línea de producción que pueda diseñarse ahora o en el futuro dentro de la funcionalidad propia de un taller de mecanizado, se distribuirán de forma uniforme siete tomas de fuerza trifásica de 32A/380V (3P+N+T), con grado de protección IP44 y construcción conforme a norma UNE-EN-61439-1 y UNE-EN 60439-3.

Las tomas de fuerza trifásicas y las tomas de fuerza monofásicas dispondrán de circuitos independientes entre sí, correspondientes a las líneas T1 y T2 respectivamente, agrupadas según lo especificado en el plano E05. Todo el cableado correspondiente a estas líneas irá instalado en bandeja perforada suspendida desde el techo siguiendo el perímetro del taller.

14.8.3. Instalación de puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico. La elección e instalación de 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 y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- 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.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En todo caso, la instalación de puesta a tierra será instalada de acuerdo a las indicaciones establecidas por la ITC-BT-18 del RBT.

Uniones a tierra

Para la toma de tierra se utilizarán electrodos formados por una barra de 2 m de longitud de acero cobreado desnudo de 16 mm² de sección. Se clavará una de estas picas entre cada dos zapatas conectándose entre ellas mediante un cable de cobre de 35 mm² de sección enterrado a una profundidad de 0.6 m por debajo del nivel del terreno a lo largo de todo el perímetro de la nave y unido mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata de la estructura y distribuido a lo largo del perímetro de la nave. Todo ello se hará según lo dispuesto en el plano E02 del presente proyecto. La instalación incluirá registro de comprobación y puente de prueba.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 según norma UNE 21022.

La línea de enlace con tierra se realizará desde el cuadro general de mando y protección, y constará de un conductor aislado de cobre de 35 mm² de sección, ajustado a las condiciones establecidas por norma en la ITC-BT-18 del RBT.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra deberá extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Deberá cuidarse en especial que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual deberán unirse los siguientes grupos de conductores:

- Los conductores de tierra de cada uno de los circuitos de la instalación.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Deberá preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo podrá estar combinado con el borne principal de tierra, será desmontable por medio de un útil, será mecánicamente seguro y deberá asegurar la continuidad eléctrica.

Resistencia de la toma de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

La resistencia del electrodo depende en gran medida de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Se ha estimado una resistividad del terreno (arena silíceea) de 300 $\Omega\cdot m$ para el dimensionado de la instalación de puesta a tierra. De igual modo se han realizado los cálculos de modo 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, resultado una resistencia de la puesta a tierra igual a 150 Ω .

Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

15. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN.

15.1. Objetivos a cumplir y prestaciones.

Disponer de medios adecuados para garantizar la correcta iluminación de cada una de las áreas definidas para el edificio.

Se ajustarán los niveles tanto de intensidad lumínica media como de uniformidad lumínica en cada una de las áreas, adecuándolos a los objetivos marcados por normativa (UNE-EN 12464-1) en función de las diferentes actividades previstas para la utilización de cada zona.

Igualmente se ha procurado ajustar la temperatura de color de las luminarias seleccionadas por encima de 5300 K, con objeto de proporcionar un ambiente de tranquilidad apropiado para un centro de trabajo, así como evitar en todo momento los efectos de deslumbramiento derivados de una inadecuada selección y/o distribución de luminarias en cada zona.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entienden como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24 del Reglamento de Baja Tensión.

En la siguiente tabla se presentan los objetivos mínimos de iluminación establecidos por norma UNE-EN 12646-1 para las diferentes zonas en las que se divide nuestra nave de fabricación de bicicletas.

Los objetivos de uniformidad lumínica se han establecido en todo caso según la condición de $E_{\min}/E_m > 0.5$ establecida por norma.

Ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	E _m (lux)	UGR _L	Ra
1.01.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	40
1.02.2	Salas de descanso	100	22	80
1.02.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	22	80
1.04.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60
1.03.1	Salas de material, salas de mecanismos	200	25	60
2.13.5	Mecanización de precisión; pulido: tolerancias < 0,1 mm	500	19	60
3.02	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80
3.05	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80
3.06	Mostrador de recepción	300	22	80

15.2. Normativa

La normativa aplicable a la hora de realizar el diseño y el dimensionamiento de la instalación es:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002), en particular aquellas indicaciones correspondientes a la ITC-BT-44 sobre instalaciones de receptores para alumbrado.
- Norma UNE-EN 12464-1 sobre la iluminación para interiores.
- Norma UNE-EN 15193 sobre eficiencia energética de los edificios y requisitos energéticos para la iluminación.
- Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Normativa de Prevención de Riesgos Laborales.

15.3. Descripción y características de las instalaciones

Taller.

La instalación consta de 23 luminarias de iluminación industrial de interiores modelo “DIAL 24 SDK 102-400W GESCHLOSSEN”, divididas en dos grupos, uno de 11 otro de 12, distribuidas de forma intercalada alterna según plano. Cada uno de estos grupos es accionado de forma independiente por dos telerruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje suspendido de las cerchas, con longitud de suspensión de 0.675m.

Oficina Jefe de Taller.

La instalación consta de 12 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos interruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Mantenimiento Utillaje.

La instalación consta de 4 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 11 R2600/158 P8 58W” accionadas por dos interruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

Montaje suspendido a 0.450m.

Control de Calidad.

La instalación consta de 17 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” dividida en dos grupos: uno de 13 y otro de 14, distribuidas de forma intercalada alterna según plano, accionado cada grupo por dos telerruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Sala de Máquinas.

La instalación consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 11 R2600/158 P8 58W” accionada por dos interruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 100 lux.

Montaje suspendido a 0.450m.

Excusados Vestuario Femenino.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

La instalación de cada excusado consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 6 Optikleuchten 46W” accionada por un interruptor monofásico.

Montaje empotrado en falso techo.

Vestuario Femenino.

La instalación consta de 4 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos sensores de movimiento situados en sendas entradas.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Duchas Femeninas.

La instalación consta de 3 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG 45W” repartidas una por cada ducha y accionada cada una por su sensor de movimiento.

La luminancia media será mayor que 100 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Excusado Vestuario Masculino.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

La instalación consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 6 Optikleuchten 46W” accionada por un interruptor monofásico.

Montaje empotrado en falso techo.

Vestuario Masculino.

La instalación consta de 3 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos sensores de movimiento situados en sendas entradas.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Duchas Masculinas.

La instalación consta de 3 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG 45W” repartidas una por cada ducha y accionada cada una por su sensor de movimiento.

Montaje empotrado en falso techo.

La luminancia media será mayor que 100 lux.

Sala de Descanso.

La instalación consta de 8 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos sensores de movimiento situados en sendas entradas.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Despacho Dirección.

La instalación consta de 6 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos interruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Sala de Juntas.

La instalación consta de 6 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” accionadas por dos interruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Aseo Personas con Capacidades Especiales.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

La instalación consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 6 Optikleuchten 46W” accionada por un sensor de movimiento.

Montaje empotrado en falso techo.

Aseo Masculino.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

La instalación consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 6 Optikleuchten 46W” accionada por un interruptor monofásico.

Montaje empotrado en falso techo.

Aseo Femenino.

La luminancia media será mayor que 200 lux.

La instalación consta de 1 luminaria de iluminación general de interiores modelo “DIAL 6 Optikleuchten 46W” accionada por un interruptor monofásico.

Montaje empotrado en falso techo.

Oficina Técnica.

La instalación consta de 16 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W” divididas en dos grupos de ocho luminarias distribuidas de forma intercalada alterna según plano y accionado cada uno por dos telerruptores monofásicos conmutados.

La luminancia media será mayor que 500 lux.

Montaje empotrado en falso techo.

Vestíbulo y Pasillo.

La instalación consta de 9 luminarias de iluminación general de interiores modelo “DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG 45W” divididas en dos grupos: vestíbulo y pasillo. El grupo del vestíbulo es accionado por dos sensores de movimiento situados uno a la entrada principal y otro en la zona de los aseos, el grupo del pasillo se acciona por medio de tres sensores de movimiento equiespaciados a lo largo del pasillo.

Montaje empotrado en falso techo.

La luminancia media será mayor que 100 lux.

15.4. Iluminación de emergencia.

Se colocarán dispositivos de iluminación “LUG 110021.11113.21 WENUS 2 n/t 8W 3h NM” sobre las puertas de salida de las distintas estancias, así como en el pasillo, salidas del edificio y perímetro del taller, como se indica en el plano correspondiente.

Montaje suspendido en pared.

La luminancia media será mayor de 5 lux.

Tabla resumen.

Sala	Cantidad	Modelo
VESTÍBULO Y PASILLO	9	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG 45W
DUCHAS FEMENINAS	3	
DUCHAS MASCULINAS	3	
OFICINA TÉCNICA	16	DIAL 3 BS 900-LEUCHTE 43W
SALA DE JUNTAS	6	
SALA DE DESCANSO	8	
DESPACHO DIRECCIÓN	6	
CONTROL DE CALIDAD	17	
OFICINA JEFE TALLER	12	
VESTUARIO FEMENINO	4	
VESTUARIO MASCULINO	3	
ASEO MASCULINO	1	DIAL 6 Optikleuchten 46W
ASEO FEMENINO	1	
ASEO P.M.R.	1	
EXCUSADOS VEST. FEM.	2	
EXCUSADOS VEST. MASC.	1	
MTO. UTILLAJE	4	DIAL 11 R2600/158 P8 58W
SALA DE MÁQUINAS	1	
TALLER	23	DIAL 24 SDK 102-400W GESCHLOSSEN
EMERGENCIA	32	LUG 110021.11113.21 WENUS 2 n/t 8W 3h NM

16. INSTALACIÓN DE AGUA SANITARIA.

16.1. Introducción.

La finalidad de este apartado es el diseño y cálculo de las necesidades de fontanería de la explotación. La red de distribución de agua procederá de la red municipal de abastecimiento, que asegura la potabilidad del agua y cuya presión de servicio será de 25 m.c.a.

El ayuntamiento debe proporcionar el abastecimiento de agua con las medidas sanitarias pertinentes.

Los cálculos de toda la instalación se ajustan a lo expuesto en el Código Técnico de la Edificación, CTE-Salubridad, Sección HS-4 Suministro de agua.

Los materiales empleados en la red de distribución de agua deben cumplir las disposiciones del código técnico para instalaciones de suministro de agua. Las características más destacadas son:

Para tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el RD 140/2003, de 7 de febrero.

No deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada.

- Deben ser resistentes a la corrosión interior.
- Deben ser capaces de funcionar eficientemente en las condiciones de servicio previstas. - No deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.
- Deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40 °C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato.
- Deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano.

- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.
- Para cumplir con las condiciones anteriores pueden utilizarse revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.
- La instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa.

16.2. Características de la instalación.

Se diseñará una red de abastecimiento de agua fría y agua caliente para los aseos comunes y los vestuarios. El material a utilizar para las tuberías interiores será cobre, tanto para agua caliente como para agua fría. La tubería de la acometida, que une nuestra instalación con la red pública, será de polietileno.

16.3. Componentes de la instalación.

Es el conjunto de tuberías y elementos de control y regulación que enlazan la acometida con las instalaciones interiores particulares y las derivaciones colectivas.

La instalación general contiene, en función del esquema adoptado:

- Llave de corte general. Servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Alojada en el interior del armario.
- Filtro de la instalación general. Debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero

inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

- Armario o arqueta del contador general. El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.
- Tubo de alimentación. Tubería que enlaza la llave de corte general y los sistemas de control y regulación de la presión o el distribuidor principal. Debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección. El tubo de alimentación normalizado es DN 50-PE.
- Grupo de presión convencional que suministrará el agua con una potencia de 1,23 cv mínimo, que contará con:
 - Depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo.
 - Equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo.
 - Depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas.

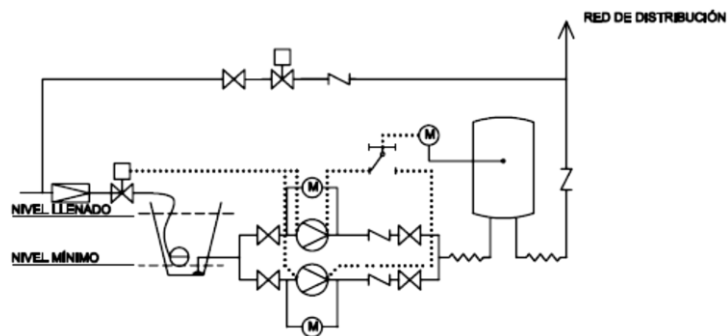


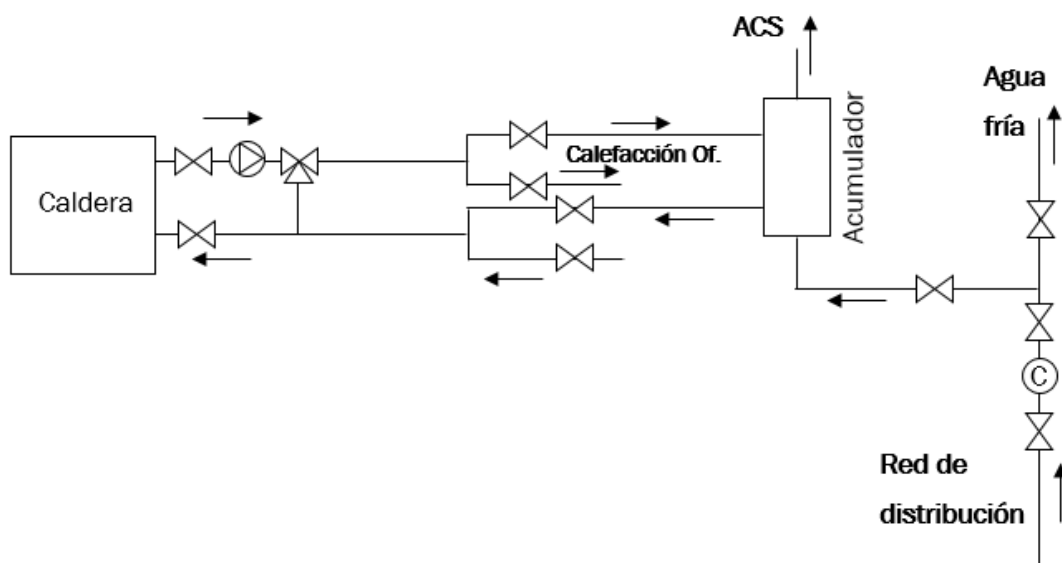
Fig. Esquema de equipo de bombeo.

16.3.1. Sistema ACS.

El sistema de suministro del ACS se diseñará del mismo modo al de agua fría. Para proporcionar este servicio se contará con una caldera de gas natural cuya función será suministrar calor suficiente para el suministro de ACS como para la calefacción de las zonas de oficinas y vestuarios.

El sistema mencionado anteriormente cuenta con una calefacción de gas natural y un acumulador, o intercambiador de calor encargado de calentar el agua proveniente de la red a una temperatura de 45 °C para el abastecimiento de la instalación. Cada mes se elevará la temperatura de este acumulador a los 60 °C para evitar posibles enfermedades que puedan transmitirse en este medio.

A continuación, se encuentra un esquema de la instalación.



16.3.2. Redes de tuberías

Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante. Los soportes de unión vertical y horizontal de las tuberías deben disponer de junta de goma o almohadilla que absorba las posibles dilataciones.

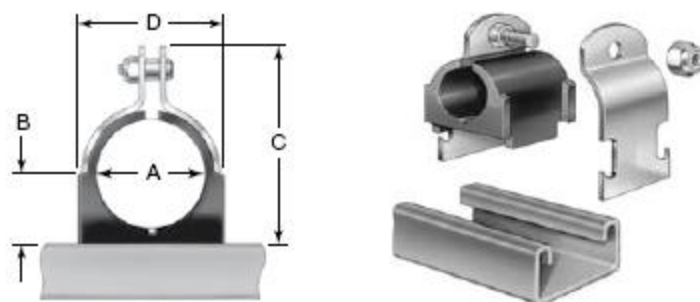


Fig.34. Soportes tuberías.

Tabla.15. Distancias máximas entre soportes.

DISTANCIAS MAXIMAS ENTRE SOPORTES TUBERIAS DE COBRE				
DN mm	HORIZONTALES			VERTICALES
	DISTANCIA m	TENSION Mpa	PENDIENTE mm/m	
10	1,0	7,4	5,0	DOS SOPORTES POR PLANTA
12	1,1	7,3	4,5	
15	1,2	7,3	4,1	
18	1,3	7,3	3,7	
22	1,4	7,5	3,4	
28	1,6	7,4	3,0	UN SOPORTE POR PLANTA
35	1,7	7,9	2,8	
42	1,9	8,1	2,6	
54	2,1	8,1	2,3	
63	2,3	8,3	2,1	
80	2,6	8,2	1,9	
100	2,8	8,7	1,7	
NORMA UNE 100.152/88				

Las conexiones entre tuberías y equipos accionados por motor de potencia mayor que 3 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

Todas las redes de tuberías están diseñadas de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total.

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene se deben compensar con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles.

En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación y cambios de dirección.

Para prevenir los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito, se instalarán elementos amortiguadores en puntos cercanos a los elementos que los provocan.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Tabla. Espesores aislamientos térmicos de tuberías.

ESPESOR AISLAMIENTO TERMICO TUBERIAS (mm)				
DIAMETRO EXTERIOR TUBERIA	TEMPERATURA MAXIMA AGUA			
	40 a 65 °C		66 a 100 °C	
	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR
D ≤ 35	20	30	20	30
35 < D ≤ 60	20	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	40	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	40	50
140 < D	30	40	40	50

ESPESOR AISLAMIENTO TERMICO TUBERIAS (mm)				
DIAMETRO EXTERIOR TUBERIA	TEMPERATURA MAXIMA AGUA			
	-10 a 0 °C		0,1 a 10 °C	
	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR
$D \leq 35$	30	50	20	40
$35 < D \leq 60$	40	60	30	50
$60 < D \leq 90$	40	60	30	50
$90 < D \leq 140$	50	70	40	60
$140 < D$	50	70	40	60

16.4. Dimensionado de la instalación.

La instalación del presente proyecto suministrará a los aparatos los caudales siguientes, de acuerdo a lo estipulado en el CTE-DB-HS4:

Tabla. Caudales minimos de los distintos aparatos o equipos.

APARATO	CAUDAL MÍNIMO PARA AGUA FRÍA	CAUDAL MÍNIMO PARA AGUA CALIENTE
Lavabo	0,10 (dm³/s)	0,065 (dm³/s)
Ducha	0,20 (dm³/s)	0,10 (dm³/s)
Inodoro	0,10 (dm³/s)	-
Urinario	0,15 (dm³/s)	-

Tabla. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. CTE DB-HS4.

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm³/s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm³/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Parámetros de cálculo:

- Caudal instantáneo mínimo (recogido anteriormente de las tablas): Q_i
- Coeficiente de simultaneidad: K_p

$$K_p = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo 'n' el número de aparatos conectados al tramo considerado.

- Caudal de cálculo: Q_v

$$Q_v = Q_i \cdot K_p$$

Una vez calculados los parámetros anteriores podemos sacar el diámetro necesario relacionando el caudal con una velocidad estimada:

$$A[m^2] = \frac{Q \left[\frac{m^3}{s} \right]}{v \left[\frac{m}{s} \right]}$$

Sabiendo que:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Si juntamos todo y sabiendo que el caudal de las tablas viene en (dm³/s) nos queda que para sacar directamente el diametro podemos aplicar la siguiente formula deducida:

$$d = \sqrt{\frac{Q \left[\frac{dm^3}{s} \right] \cdot 4}{1000 \cdot v \left[\frac{m}{s} \right] \cdot \pi}}$$

Con lo anterior y, condierando una velocidad de 1,5 m/s, caulculamos los diámetros:

Tabla. Diámetro para la instalación

Servicio	Nº	CAUDAL INSTANTÁNEO TOTAL	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	CAUDAL DE CÁLCULO	DIÁMETRO
ACS Duchas Lavabos	6 8	1,2 (dm³/s)	0,27	0,324 (dm³/s)	16,5 mm
Agua Fría Duchas Lavabos Inodoros Urinaros	6 8 6 2	2,9 (dm³/s)	0,21	0,61 (dm³/s)	22,3 mm

En la siguiente tabla se muestran los diámetros mínimos en derivaciones y ramales de enlace.

Tabla . Diametros mínimos en derivaciones y ramales de enlace.

Tabla 4.2. y Tabla 4.3 HS-4.

Aparato	DN acero (")	DN Plástico o cobre (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera ≥ 1,40 m	3/4	20
Bañera < 1,40 m	3/4	20
Bidé	1/2	12
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1 1/2	25-40
Urinario temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero no doméstico	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2	12
Lavavajillas industrial	3/4	20
Lavadora doméstica	3/4	20
Lav. Industrial 8kg	1	25
Vertedero	3/4	20

Tramo considerado	DN acero (")	DN Plástico o cobre (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial.	3/4	20
Columna (montante o descendente).	3/4	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización:		
< 50 kW	1/2	12
20-250 kW	3/4	20
251-500 kW	1	25
> 500 kW	1 1/4	32

Teniendo en cuenta esto y los diámetros comerciales se han elegido unos diámetros de 15 mm (3/4") para el suministro de ACS y unos de 25 mm (1") para el suministro de agua fría.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa (10 m.c.a.) para grifos comunes.
- 150 kPa (15 m.c.a.) para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 50 m.c.a.

La red nos proporciona 25 m.c.a. con lo que cumple todo lo anterior. Aun así estimaremos las pérdidas al punto más desfavorable.

El tramo más desfavorable será el que suministra ACS a las duchas de los vestuarios.

Han de llegar como mínimo 10 m.c.a. de los 25 m.c.a. que nos proporciona la red, se restarán las pérdidas en los tramos y se comprobará si nos encontramos por encima de mínimo.

Gracias al software proporcionado por Revit se han calculado las pérdidas de carga en el tramo más desfavorable, el informe se adjunta en los anexos.

Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de ACS equivalen a 5,6 m.c.a. incluyendo tanto las pérdidas por longitud como por los accesorios que componen la red.

Además hay que sumar las pérdidas producidas por el calentador de agua que se estima de otros 2,5 m.c.a.

Así pues:

$$25 - 5,6 - 2,5 = 16,9 \text{ m.c.a.}$$

Cumple perfectamente con lo estipulado en el CTE-DB-HS4.

Se instalarán llaves de paso en todos los puntos de consumo, en la salida del calentador así como en la entrada de agua en el aseo. El diámetro de las llaves se determina a partir del diámetro del tubo en el que se instalen, calculado anteriormente.

Por último, vamos a dotar a las tuberías de agua caliente de aislamiento térmico que nos reduzca considerablemente la pérdida de calor por los tubos.

Como solución optaremos por colocar coquillas de polietileno.

El polietileno, es un polímero utilizado en múltiples aplicaciones; una de ellas la fabricación de coquillas para aislamiento térmico de tuberías. Presenta gran flexibilidad para adecuarse fácilmente al diámetro y trayectoria de la tubería.

La conductividad térmica suele ser más elevada que en otros materiales como espuma elastomérica o lana mineral.

Suele presentarse en longitudes de 2 metros y color gris, pudiéndose encontrar en otros colores.

Los datos técnicos más importantes a tener en cuenta para la elección del aislamiento térmico de las tuberías son los siguientes:

- Conductividad: cuanto menor sea la conductividad, mejor aislamiento. En la ficha técnica del fabricante, deberá figurar este valor (ensayado según normas homologadas), a una temperatura dada (generalmente 10°C).
- Espesor: especialmente relevante en la elección de un aislamiento para tuberías. Cuanto mayor sea este valor, mejor comportamiento térmico se obtiene. Esta magnitud, aportada por los fabricantes en milímetros, está estrechamente relacionada con los requerimientos normativos del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en los que se fijan los espesores a emplear, en función de la temperatura de trabajo y los diámetros de la tubería. A continuación, a modo de ejemplo, se muestra una tabla con los espesores del fabricante del material del apartado anterior, en función de los rangos de temperaturas y los diámetros de tuberías.
- Rango de temperaturas de trabajo: es necesario que el fabricante aporte las temperaturas máximas y mínimas de trabajo a las que pueden ser sometidas los materiales, sin que sufran deterioro.
- Reacción al fuego: aunque no es un dato a tener en cuenta para la eficiencia y ahorro, sí lo es en cuanto a la seguridad y adecuación a la normativa sobre los materiales empleados en las instalaciones y su reacción al fuego. La clasificación en cuanto a su reacción al fuego, debe ser la correspondiente a

la norma UNE EN13501-1:2010 y los requerimientos exigidos en el CTE DB-SI.

Tabla. Diámetro de coquillas.

Diámetro interior de la coquilla		* Espesor (mm) según temperatura fluido (cumplimiento RITE)			Longitud (m)
Pulgadas	mm	40 a 65 °C	66 a 101 °C	102 a 120 °C	
1/2	21	25	25	25	1,2
3/4	27				
1	34				
1 1/4	42	30	30	40	
1 1/2	48				
2	60				
2 1/2	76				
3	89				
4	114	40	40	50	
5	140				
6	169				
8	219				

Para nuestra instalación bastará con poner coquillas de polietileno de unos 25 mm de espesor.

17. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.

La instalación de saneamiento cumple los requerimientos básicos del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas".

Las aguas que se vierte en la red de evacuación se agrupan en tres clases:

- Aguas residuales, procedentes de los lavabos de oficinas y de los vestuarios y de las duchas de los vestuarios. Son aguas con relativa suciedad que arrastran elementos en disolución (jabones detergentes, etc.).
- Aguas fecales, son aquellas que arrastran materias fecales procedentes de los inodoros de la zona de oficinas y de los vestuarios. Son aguas con alto contenido en bacterias y un elevado contenido en materias sólidas y elementos orgánicos.
- Aguas pluviales, son las procedentes de la lluvia o de la nieve. Son aguas generalmente limpias.

Dado que el nivel de materia orgánica presente en las aguas residuales no es elevado, se ha considerado el sistema de evacuación de tipo conjunto, donde la recogida de las aguas fecales y residuales se realiza conjuntamente con de las aguas de lluvia.

De esta manera, las aguas recogidas pasarán por una estación depuradora antes de su vertido a la red de alcantarillado municipal.

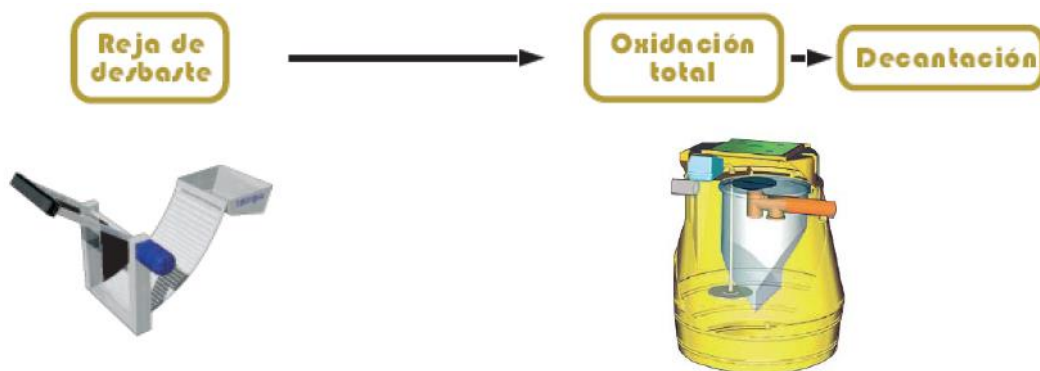


Figura. Sistema de depuración de aguas residuales y fecales.

El equipo de depuración es un sistema aeróbico por oxidación total. Gracias al sistema de oxigenación se acelera el proceso de oxidación de la materia orgánica, a partir de microorganismos aeróbicos, y se consigue un alto rendimiento, elevada reducción de la DBO5 y de los SS.

Previamente a la depuradora se instala un tratamiento de desbaste para la separación del agua residual de las partículas sólidas más gruesas con el objeto de impedir la entrada a la depuradora de elementos que puedan dañar la instalación. Este sistema puede ser automático o manual.

17.1. Instalación general.

17.1.1. Cierres hidráulicos.

Impiden la comunicación del aire viciado de la red de evacuación con el aire de los locales interiores donde se encuentran instalados los distintos aparatos sanitarios.

Los cierres hidráulicos pueden ser:

- Sifones individuales, propios de cada aparato.
- Botes sifónicos, que puede servir a varios aparatos.
- Sumideros sifónicos.
- Arquetas sifónicas, situadas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

Los cierres hidráulicos deben tener las siguientes características:

- Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas.
- No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento.
- Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- La altura mínima del cierre hidráulico debe ser de 50 mm para usos continuos, y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima deber ser

100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe.

- Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud del tubo sucio sin protección hacia el ambiente.
- No deben instalarse en serie, por lo que cuando se instale un bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, éstos no deben estar dotados de sifón individual.

17.1.2. Bajantes.

Son tuberías verticales que recogen el vertido de la red y desembocan en los colectores horizontales, siendo por tanto descendentes.

Deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura.

El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

Los bajantes de cubierta se han dimensionado a partir de la intensidad pluviométrica de la zona proporcionada por el CTE. En este caso, es de 100 l/h m². Es decir, que por una superficie de cubierta de 150 m², los cuatro bajantes de cubierta deben evacuar 1,041 l/s.

El diámetro de las bajantes, será, según lo estipulado en el CTE de 75 mm.

Ejecución de las bajantes.

1. Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La

distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Tabla 5.1

Diámetro del tubo en mm	40	50	63	75	110	125	160
Distancia en m	0,4	0,8	1,0	1,1	1,5	1,5	1,5

2. Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.
3. En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios, se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.
4. Para los tubos y piezas de gres se realizarán juntas a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón, en forma de bisel.
5. Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenado el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.
6. Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.
7. A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.
8. En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o

escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados “in situ”.

17.1.3. Tuberías de ventilación.

La red de ventilación será un complemento indispensable para el buen funcionamiento de la red de evacuación, pues en las instalaciones donde ésta es insuficiente puede provocar la comunicación del aire interior de las tuberías de evacuación con el interior de los locales sanitarios, con el consiguiente olor fétido y contaminación del aire. La causa de este efecto será la formación de émbolos hidráulicos en las bajantes por acumulación de descargas.

Dada la tipología de la edificación se considera suficiente la ventilación denominada como primaria, dado que los bajantes están sobredimensionados, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

17.1.4. Colectores.

Son tuberías horizontales enterradas con pendiente que recogen el agua de las bajantes y la canalizan hasta el alcantarillado urbano.

Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, situados por debajo de la red de distribución de agua potable.

Deben tener una pendiente del 2 % como mínimo.

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta a pie de bajante, que no debe ser sifónica.

Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre ellos no superen 15 m.

La dimensión de los colectores se ha realizado por el método de dimensionado del CTE, dotando a los diferentes aparatos sanitarios las siguientes unidades de desagüe:

Tabla. Unidades de desagüe por aparato sanitario.

APARATO	UNIDAD DE DESAGÜE	DIÁMETRO MÍNIMO (mm)
Lavabo	2	40
Ducha	2	40
Inodoro	5	100
Urinario	2	40

17.1.5. Pozo de registro.

Se ubicará en el interior de la propiedad, pudiendo sustituir a la arqueta general. Tendrá un diámetro mínimo de 90 cm y dispondrá de unos patés de bajada hasta el fondo separados 30 cm, así como tapa registrable que permita el paso de un hombre (60 cm de diámetro) para limpieza del mismo.

La tapa será circular y quedará enrasada con el pavimento. Las paredes se realizarán mediante muro aparejado de 10 cm de espesor, de ladrillo macizo fck-10 kN/mm², con juntas de mortero M-40 de 1 cm de espesor. Interiormente se terminará mediante enfoscado con mortero 1:3 y bruñido (ángulos redondeados). La solera, de 10 cm de espesor, y formación de pendientes se realizará con hormigón en masa de resistencia característica 10 kN/mm².

17.2. Materiales de la red de evacuación.

Las tuberías utilizadas en la red de evacuación deberán cumplir unas características muy específicas, que permitirán el correcto funcionamiento de la instalación y una evacuación rápida y eficaz:

- Resistencia a la fuerte agresividad de estas aguas.

- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Resistencia suficiente a las cargas externas.
- Flexibilidad para absorber sus movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos (producidos y transmitidos).

En la red de saneamiento se utilizarán tuberías de PVC, los diámetros se pueden ver en los correspondientes planos de saneamiento. Con material plástico se realizarán también las piezas especiales y auxiliares, como botes, sifones, sumideros, válvulas de desagüe, codos, derivaciones, manguitos, etc. Los tubos de PVC se caracterizarán por su gran ligereza y lisura interna, que evitarán las incrustaciones y permitirán la rápida evacuación de las aguas residuales. Presentarán además gran resistencia a los agentes químicos, sin ninguna incompatibilidad con los materiales de obra. Debido a su elevado coeficiente de dilatación será obligado poner juntas de dilatación. Al ser materiales termoplásticos presentarán gran conformabilidad, adaptándose a cualquier trazado cuando se calientan para darles forma.