

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA.

1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	4
1.1. <i>Objeto del proyecto.</i>	4
1.2. <i>Justificación.....</i>	4
1.3. <i>Generalidades sobre el vidrio y su reciclado.</i>	5
2. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.	8
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.	8
4. MAQUINARIA EMPLEADA EN EL PROCESO.....	9
4.1. <i>Trituradora.</i>	9
4.2. <i>Transportador “A” y “B”......</i>	9
4.3. <i>Transportador “C”.</i>	10
4.4. <i>Transportador “D”......</i>	10
4.5. <i>Transportador “E”.</i>	11
4.6. <i>Limpiadora de calcín.....</i>	11
4.7. <i>Descapsuladora.....</i>	12
4.8. <i>Lavadora de botellas.....</i>	12
4.9. <i>Paletizador.</i>	13
5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.	13
5.1. <i>Antecedentes.</i>	13
5.2. <i>Objetivo de la distribución en planta.</i>	14
5.3. <i>Distribución en planta de las dependencias.</i>	15
5.4. <i>Distribución en planta de la maquinaria.....</i>	15
5.5. <i>Estudio de superficies.....</i>	15
6. EDIFICACIONES.....	18
6.1. <i>Características del solar del taller productivo.</i>	18
6.2. <i>Cerramientos.....</i>	19
6.3. <i>Cimentación y Solera.</i>	21
6.4. <i>Revestimientos.</i>	21
6.4.1. <i>Introducción.....</i>	21
6.4.2. <i>Enfoscados.</i>	22

6.4.3. Alicatados.	24
6.4.4. Enlucidos de yeso.	25
6.4.5. Falsos techos.	26
6.4.6. Solerías.	26
6.4.7. Pinturas.	27
6.5. Carpintería de madera.	28
6.6. Carpintería metálica.	29
7. INSTALACIONES.	31
7.1. Centro de transformación.	31
7.1.1. Antecedentes.	31
7.1.2. Centro de seccionamiento.	31
7.1.3. Centro de transformación.	32
7.2. Instalación de alumbrado.	33
7.2.1. Alumbrado interior.	33
7.2.1.1. Normativa de aplicación.	33
7.2.1.2. Condiciones de iluminación.	34
7.2.1.3. Sistema de control y regulación.	37
7.2.1.4. Luminarias.	37
7.2.2. Alumbrado exterior.	39
7.2.2.1. Normativa de aplicación.	39
7.2.2.2. Condiciones de iluminación.	40
7.2.2.3. Luminarias.	40
7.3. Instalación de Baja Tensión.	41
7.3.1. Objeto.	41
7.3.2. Normativa de aplicación.	41
7.3.3. Potencia demandada.	42
7.3.4. Caídas de tensión.	44
7.3.5. Acometida.	44
7.3.6. Subdivisión de líneas.	45
7.3.7. Equilibrado de cargas.	45
7.3.8. Líneas de cuadro principal y cuadros secundarios.	45

7.4. Instalación de Mando y Protección.	51
7.4.1. Fundamentos.....	51
7.4.2. Cuadro general de mando y protección.	52
7.4.3. Protección de las líneas a los cuadros secundarios	53
7.4.4. Cuadros secundarios.....	54
7.4.5. Protección de líneas desde cuadros secundarios a receptores.	55
7.5. Suministro de Agua.	60
7.5.1. Objeto.....	60
7.5.2. Normativas de aplicación.....	60
7.5.3. Agua fría.....	61
7.5.4. Agua caliente.....	64
7.5.5. Instalación.....	67
7.5.6. Diámetros de las llaves de paso.	67
7.6. Saneamientos.	68
7.6.1. Introducción.....	68
7.6.2. Normativas de aplicación.....	69
7.6.3. Evacuación de Aguas residuales.	69
7.6.3.1. Derivaciones y sifones individuales.....	69
7.6.3.2. Derivaciones del colector.	70
7.6.3.3. Colectores.	71
7.6.3.4. Arquetas.....	71
7.6.4. Evacuación de Aguas Pluviales.....	71
7.6.4.1. Bajantes de Aguas Pluviales.....	71
7.6.4.2. Canalón.	71
7.6.4.3. Colectores de Aguas Pluviales.....	71
7.6.4.4. Arquetas.....	72
7.7. Instalación de protección contra incendios.	73
7.7.1. Normativa de aplicación.	73
7.7.2. Caracterización de la planta.	73
7.7.3. Requisitos constructivos.....	74
7.7.4. Evacuación.....	75
7.7.5. Ventilación.	75

7.7.6. <i>Instalaciones</i>	75
7.8. <i>Alumbrado de Emergencia</i>	77
7.9. <i>Climatización</i>	77
7.9.1. <i>Introducción</i>	77
7.9.2. <i>Normativa de aplicación</i>	79
7.9.3. <i>Condiciones de cálculo</i>	79
7.9.4. <i>Cuadros de cargas y maquinarias de las dependencias</i>	80
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	82
9. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.....	83
10. NORMATIVA APLICADA.....	84
11. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	84

Memoria Descriptiva y Justificativa.

1. Objeto y justificación del proyecto.

1.1. Objeto del proyecto.

El presente proyecto se redacta por encargo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla a través del Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería como “Proyecto Fin de Carrera”, y tiene por objeto el diseño de una planta de **reciclaje de vidrio** así como la dotación de las instalaciones necesarias en nave industrial existente. Este proyecto realiza un estudio y cálculo desde el punto de vista técnico y económico. Las instalaciones a proyectar objetos del proyecto fin de carrera son: Alumbrado exterior, alumbrado interior, suministro de agua, saneamiento de aguas residuales, baja tensión, climatización y protección contra incendios, aunque algunas de ellas que no son objeto se describen por existir.

Aunque el proyecto trate de una situación real que justificaremos en el próximo apartado, su finalidad no es otra que la de servir desde un punto de vista académico al alumno **Pedro Rodríguez Fernández**, alumno de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla, la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, cumpliendo así con los requisitos para la obtención del mismo.

Nos apoyaremos en todo momento en datos reales, siendo los costes considerados actuales y en consonancia con la realidad económica de la industria en nuestra comunidad.

1.2. Justificación.

La finalidad de la población penitenciaria no es otra que la de reinserter a los reclusos en la sociedad y aparte de herramientas como la educación, la formación y talleres ocupacionales, existe la posibilidad de la inserción laboral dentro del mismo centro mientras cumplen condena en lo que se llaman “talleres productivos”, que no es otra cosa que el desarrollo de una actividad empresarial donde los operarios son los propios

internos y la dirección del taller productivo puede ser o bien un empresario o la misma dirección del centro penitenciario.

La idea real parte como una propuesta de ocupación y a su vez como reinserción de internos penitenciarios en el ámbito laboral ante la posibilidad de habilitar un taller productivo (nave o planta industrial) en desuso dentro de un complejo penitenciario.

La elección de una planta dedicada al reciclaje de botellas de vidrio, está fundamentada, básicamente en el análisis del mercado existente, que revela el fuerte crecimiento de la demanda de reciclaje de vidrio que se viene produciendo en los últimos años.

Tras haber realizado un estudio económico con resultado positivo se decide la elaboración de este proyecto, reciclando vidrio en sus dos cadenas de producción, reutilización de botella mayores de 0.5 litros y reciclado mediante la producción de calcín para su posterior venta a fábricas de botellas y envasadoras.

1.3. Generalidades sobre el vidrio y su reciclado.

Las materias primas para la fabricación del vidrio son la arena de sílice SiO_2 , el carbonato de sodio Na_2CO_3 y la caliza CaCO_3 , que se encuentran fácil y abundantemente en nuestro entorno. El vidrio se obtiene por fusión a unos 1.500°C de estos compuestos, y para ello es necesaria una gran cantidad de energía.

El término "cristal" es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas están dispuestas de forma irregular) y no un sólido cristalino.

Desde el punto de vista del color los más empleados son:

- ✓ **El verde (60%):** Utilizado masivamente en botellas de vino, cava, licores y cerveza.
- ✓ **El blanco (25%):** Usado en bebidas gaseosas, zumos y alimentación en general.
- ✓ **El extraclaro (10%):** Empleado en aguas minerales, tarros y botellas de decoración.

- ✓ **El opaco (5%):** Aplicado en cervezas y algunas botellas de laboratorio.

Desde el punto de vista de su aplicación el vidrio se clasifica en **industrial** y **doméstico**; se entiende por vidrio industrial a aquel que no es utilizado como envase para productos alimenticios (almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano: ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc.) mientras que por vidrio doméstico entendemos aquel que se emplea para almacenar productos alimenticios (conservas, vinos, yogures, etc.) aunque de una manera más generalizada, es el vidrio que el ciudadano deposita en los contenedores destinados a este fin (iglúes) el que se entiende por este nombre.

La recuperación del vidrio se atribuye inicialmente a Alemania y Suiza, aunque fueron los daneses los pioneros en este campo comenzando en 1962. En nuestro país el reciclado se inició con el vidrio doméstico en febrero de 1982, concretamente en Barcelona, con unos resultados de 836 Tn.

Cuando el envase de vidrio llega al final de su vida útil y es depositado en el iglú verde, empieza el proceso de reciclaje. El envase será transportado a las plantas de tratamiento y valorización de vidrio, que tienen como producto final un vidrio tratado libre de impurezas, denominado calcín, con el que se alimentarán los hornos de vidrio para fabricar nuevos envases.

El reciclado del vidrio tiene las siguientes ventajas:

- ✓ El reciclaje de vidrio contribuye directamente al ahorro energético en el proceso de producción del vidrio:

Gracias a la utilización del vidrio reciclado junto con las materias primas vírgenes, la temperatura de fusión disminuye, consiguiendo un ahorro de un aprox. 1% de energía por cada 4% de calcín reciclado que se introduce en el horno como materia prima.

- ✓ Además al disminuir la necesidad de materias primas, minimizamos el impacto ambiental generado en su extracción:

Reciclando 3.000 botellas de vidrio se ahorra más de una tonelada de materia prima.

- ✓ Disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a la disminución de la demanda de energía en el proceso de extracción y en el proceso de fabricación.

En el 2014 en España se reciclaron un total de 897.828 Tn, de las que 694.325 Tn fueron procedente de los contenedores ubicados en los municipios españoles, el resto fueron reciclado a través de otra vías diferente a las recogidas municipales.

En la siguiente tabla podemos observar la evolución del reciclado del vidrio en toneladas en España según la procedencia de su reciclaje y podemos observar que un gran porcentaje es procedente de los contenedores de vidrios ubicados en los municipios:

Año	Vidrio contenedores (Tn)	Vidrio otras fuentes (Tn)	Total (Tn)
2014	694.325	203.503	897.828
2013	687.683	162.045	849.728
2012	683.255	108.159	791.414
2011	678.743	2.440	681.183
2010	709.996	2.240	712.236
2009	712.662	38.919	751.581

En la siguiente tabla vemos la evolución a lo largo de los años en Sevilla y su provincia en cuanto al reciclado del vidrio procedente de los contenedores de vidrios ubicados en los diferentes municipios:

Año	Habitantes	Nº Contenedores	Kgs. recogidos
2014	1.941.355	6.039	20.234.465
2013	1.942.155	5.902	19.474.469
2012	1.938.974	5.658	19.631.580
2011	1.928.962	5.455	18.894.928
2010	1.917.097	5.413	21.141.249
2009	1.900.224	5.248	20.077.542

Para aumentar la producción del reciclado del vidrio es fundamental que se junte las tres premisas que enumeramos a continuación:

- La sensibilización ciudadana hacia los problemas medioambientales.
- Las políticas sectoriales más concretas y resolutorias.
- El apoyo de las administraciones hacia el reciclado.

2. Descripción de los productos.

La planta de reciclado de vidrio objeto del presente proyecto se dedicará a la creación de calcín o casco, es decir, el producto resultante tras triturar el vidrio, para venderlo a las empresas fabricantes de envases de vidrio y a las envasadoras; así mismo se realizará en otra cadena de producción el proceso de reutilización de botellas mayores a 0.5 litros de capacidad.

Reutilizamos solamente las botellas de capacidad mayor de 0.5 litros debido a que el coste del proceso que conlleva el triturado, obtención de calcín, limpieza de calcín y la posterior fabricación de envases nuevos, es mayor que la del proceso necesario para la reutilización del mismo envase tras su limpieza.

3. Descripción del proceso de fabricación.

El diseño de la planta objeto del proyecto tiene como fin el reciclaje de botellas de vidrio, realizándose ello en sus dos formas posibles:

- ✓ Triturado de botellas, para convertirlas en calcín, materia prima de nuevas botellas.
- ✓ Lavado de botellas mayores de 0,5 litros de capacidad para su reutilización.

Estos procesos se llevarán a cabo mediante la ejecución de dos líneas de producción diferentes.

Llamaremos **línea 1** a aquella destinada al triturado de botellas y **línea 2** a la encargada de reutilizar las botellas usadas superior a 0.5 litros de capacidad.

Ambas líneas de producción quedan perfectamente detalladas en el Anejo nº 1 del presente proyecto, es por ello que en este apartado solo hagamos referencia a ambas líneas de fabricación.

4. Maquinaria empleada en el proceso.

Se describen en este apartado las características de la maquinaria que se utiliza en el proceso productivo. Antes mostramos resumen de la maquinaria utilizada en cada línea:

PROCESO	Máquina	ud.	Pot. (CV)	Pot. Total (W)	Pot. LÍNEA (W)
LÍNEA 1	Transportador A	1	5	3.728,50	41.013,50
	Transportador B	1	5	3.728,50	
	Trituradora	1	20	14.914,00	
	Transportador C	1	5	3.728,50	
	Limpiadora	1	15	11.185,50	
	Transportador D	1	5	3.728,50	
LÍNEA 2	Descapsuladora	1	5	3.728,50	23.862,40
	Lavadora	1	20	14.914,00	
	Transportador E	1	5	3.728,50	
	Paletizador	1	2	1.491,40	

4.1. Trituradora.

a) Características:

Se trata de un molino triturador que consta de un sistema capaz de triturar vidrio al diámetro requerido para convertirlo en calcín o casco.

b) Datos Técnicos:

Potencia: 20 CV. (14.914 W)

Producción: 6.000 – 7.000 kg/hora.

Dimensiones: 3.5 x 1.4 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.2. Transportador “A” y “B”.

a) Características:

Transportadores eléctricos que nos enlazan la zona de triaje con la trituradora, funcionará uno u otro dependiendo del color del vidrio que queramos triturar, ya que cada color de vidrio tiene su transportador propio hasta la trituradora. Los transportadores están a una altura inicial de 30 cm. y se irán elevando hasta llegar a la máquina trituradora en la que encontramos su entrada a 1,8 m. de altura.

b) Datos Técnicos:

Potencia: 5 CV. (3.728,50 W)

Producción: 7.000 kg/hora.

Dimensiones: 2.8 x 0.3 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.3. Transportador “C”.

a) Características:

Transportador eléctrico que nos enlaza la trituradora con la lavadora-limpiadora, transportando el calcín para su lavado.

b) Datos Técnicos:

Potencia: 5 CV. (3.728,50 W)

Producción: 7.000 kg/hora.

Dimensiones: 5.8 x 0.8 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.4. Transportador “D”.

a) Características:

Transportador eléctrico que nos conducirá el calcín ya lavado en pendiente ascendente hasta un contenedor situado en el almacén de productos terminados, los cangilones del transportador tienen orificios y bandeja inferior para recuperar y secar el agua que, aunque en muy pequeña cantidad, pueda llevar el calcín. El calcín caerá por gravedad a los contenedores del almacén para luego ser cargados en camiones para su transporte.

b) Datos Técnicos:

Potencia: 5 CV. (3.728,50 W)

Producción: 7.000 kg/hora.

Dimensiones: 1.7 x 0.6 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.5. Transportador “E”.

a) Características:

Transportador eléctrico que nos llevara desde el lavador de botellas al Paletizador en la línea de producción nº 2.

c) *Datos Técnicos:*

Potencia: 5 CV. (3.728,50 W)

Producción: 7.000 kg/hora.

Dimensiones: 1.7 x 0.6 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.6. Limpiadora de calcín.

a) Características:

Esta lavadora se encarga de lavar el calcín, eliminando las partículas extrañas por suspensión en el agua y mediante enjuague; no necesitamos de una toma de agua directa a nuestra lavadora ya que el agua propia de ésta se auto limpia mediante un circuito interno que posee la máquina y que empieza tras cada lavado pudiendo reutilizar este mismo agua para 500 o 750 lavados. El vidrio al ser más pesado cae a una bandeja metálica que lo desplaza al transportador con cangilones agujereados.

b) *Datos Técnicos:*

Potencia: 15 CV. (11.185,50 W)

Producción: 6.500 kg/hora.

Dimensiones: 3.0 x 1.5 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.7. Descapsuladora.

a) *Características:*

Esta máquina es el primer paso en la línea de producción 2, es decir, la línea de reutilización de envases. Su misión es la de descapsular las botellas, dejándolas listas para entrar en la lavadora limpias de tapones y etiquetas; las botellas llegarán hasta la lavadora mediante un transportador propio de la descapsuladora.

b) *Datos Técnicos:*

Potencia: 5 CV. (3.728,50 W)

Producción: 6.200 Botellas / hora.

Dimensiones: 2.0 x 1.0 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.8. Lavadora de botellas.

a) *Características:*

Su misión es la de lavar las botellas provenientes de la descapsuladora. Posee porta botellas metálicas y galvanizadas para evitar la oxidación. Esta máquina se encuentra equipada de pinzas que irán cogiendo las botellas a la entrada de la máquina para su mejor sujeción para el lavado; no necesitamos de una toma de agua directa a nuestra lavadora ya que el agua propia de ésta se auto limpia mediante un circuito interno que posee la máquina y que empieza tras cada lavado pudiendo reutilizar este mismo agua para lavando durante un mes completo de producción.

b) *Datos Técnicos:*

Potencia: 20 CV. (14.914 W)

Producción: 6.200 botellas / hora.

Dimensiones: 3.75 x 1.5 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

4.9. Paletizador.

a) Características:

Su misión es la de ordenar y apilar las botellas en pallets envolviéndolas en plástico para su posterior traslado al almacén de productos terminados mediante una carretilla.

b) Datos Técnicos:

Potencia: 2 CV. (1.491,40 W)

Producción: 20 pallets/hora.

Dimensiones: 2.2 x 1.4 metros en planta.

Tensión: 400 Voltios.

5. Distribución en planta.

5.1. Antecedentes.

La planta de reciclado de vidrio será proyecta en nave existente, situada dentro del complejo penitenciario Sevilla I, en Sevilla, describiéndose su situación con más detalle en el **plano correspondientes a situación (plano nº 1)**. Dicha localización facilitará la distribución y recogida de nuestros productos ya que se encuentra en una red de comunicaciones como lo son SE-30, SE-40, A4 y A92, lo que consecuentemente producirá un abaratamiento en el costo del producto.

Se tiene disponible una parcela de 60 x 40 m (2400 m²), de los cuales la nave del taller productivo ocupa 21 x 40 m² (840 m²); estará rodeada perimetralmente por un cerramiento constituido por postes cada 2.5 m de perfiles metálicos tubulares galvanizados de 50 mm de diámetro interior y malla galvanizada de simple torsión.

En la zona exterior entre la nave y el cerco de la parcela, estarán los aparcamientos y la zona de carga y descarga de los diferentes elementos de la planta.

La edificación existente sobre la que proyectaremos tanto la planta de reciclado como sus instalaciones, es una nave industrial en desuso con estructura metálica. La

cubierta es a dos aguas apoyada sobre pórticos metálicos, con vigas contraviento dispuestas en el faldón, posee una altura de pilares de 6.6 m y 5.4 m de separación entre los mismos.

Los accesos a la parcela se indican en el plano correspondiente a **distribución de la parcela**, así como la situación de las zonas anteriormente descritas.

Al estar la planta en el interior del complejo penitenciario tanto la propia acometida de agua como la de electricidad vendrán respectivamente de la sala hídrica del centro (aljibes, tratamiento de agua y grupos de presión) y desde el cuadro general de baja tensión.

Las distintas dependencias o centros de actividades que conforman el ciclo del proceso productivo en el taller productivo a proyectar son las siguientes:

- ✓ Almacén de materia prima.
- ✓ Almacén de producto terminado.
- ✓ Zona de producción.
- ✓ Taller de mantenimiento.
- ✓ Zona de oficinas y vestuarios.

La solución adoptada se detalla en el plano **“Distribución en Planta” (plano nº3)**.

5.2. Objetivo de la distribución en planta.

La consecución de una distribución racional que permita economizar tiempo y materiales, y utilizar con eficacia la maquinaria y a los obreros, es fundamental a la hora de diseñar nuestra planta o para su replanteo. En general el resultado de una buena distribución en planta será la reducción del coste de producción, reducción del riesgo sanitario, aumento de la seguridad de los trabajadores, aumento de la producción (producir más empleando la misma cantidad de recursos), disminución de los tiempos muertos y retrasos en el proceso de producción, ahorro en la superficie útil, reducción en el transporte de materiales, disminución de la congestión y confusión, etc.

El estudio de distribución en planta se realizará sobre la zona de producción respecto a dependencias de máquinas y almacenes.

5.3. Distribución en planta de las dependencias.

Las relaciones entre dependencias más destacadas se derivan de la idea de separar la zona de producción de la zona administrativa.

Tendremos varias zonas bien diferenciadas como son la zona de oficinas, vestuarios, almacenes, zona de producción y taller, pero emplazadas de tal forma que contribuyan al perfecto funcionamiento de nuestra planta; solo encontraremos una oficina más alejada a su correspondiente zona de oficinas, es el caso de la oficina del jefe de almacén que se ubica entre ambos almacenes para su mejor control y supervisión.

5.4. Distribución en planta de la maquinaria.

Para la distribución en planta de la maquinaria se ha tenido en cuenta el proceso productivo, diseñando el flujo del material de manera que en cada una de las secciones en las que se divide el mismo el producto recorra una línea recta y continua. Esta distribución cumple con la condición de mínimo desplazamiento tanto del material como de los trabajadores, con lo que se consigue un aumento de la productividad.

Se ha tenido en cuenta también la separación entre las distintas máquinas en función de las necesidades de espacio de trabajo de cada una de ellas y en función también del paso de personas y/o material.

5.5. Estudio de superficies.

El estudio de la distribución en planta lo completamos con un estudio de superficies, a fin de aprovechar espacios y volúmenes. La zona de oficinas es amplia y no es necesario estudiar con detalle los emplazamientos de mesas o lugares de trabajo, por lo que sólo hay que asignar la cantidad adecuada de espacio de acuerdo siempre con la O.G.S.H.T. Las superficies ocupadas por nuestras dependencias se muestran en el plano “**cotas y superficies**” (plano nº 4).

A continuación se realizará el estudio de la superficie mínima necesaria para cada máquina, para el operario y para los posibles desplazamientos del mismo. En este estudio se consideran tres superficies; superficie estática S_s , superficie de gravitación S_g y superficie de evolución S_e .

- ✓ **Superficie Estática (Ss):** La superficie estática corresponde a la superficie real que ocupa cada máquina o elemento existente en nuestra nave.
- ✓ **Superficie gravitatoria (Sg):** La superficie gravitatoria es la utilizada por el operario alrededor del puesto de trabajo y material acopiado, viene dada por:

$$S_g = S_s \cdot N$$

Donde “N” es el número de lados a partir de los cuales la máquina debe ser utilizada.

- ✓ **Superficie de Evolución (Se):** La superficie de evolución es la que se debe reservar en los distintos puestos de trabajo para que el personal pueda desplazarse o intervenir.

a) Superficie necesaria de maquinaria en zona de producción.

Las distintas máquinas y elementos que componen nuestra planta y las superficies que ocupan se detallan en la siguiente tabla. Las superficies calculadas serán las que necesitemos disponer en la llamada zona de producción.

Una vez calculemos la superficie necesaria replantearemos en plano la disposición de cada una de las máquinas atendiendo a los requisitos anteriormente mencionados para una optimización de tiempo que se traslade a una producción óptima.

Máquinas	Número de Máquinas	Superficie Estática (m ²)	N	Superficie Gravitatoria (m ²)	Superficie Evolución (m ²)	Superficie Total (m ²)
<i>Trituradora</i>	1	5'25	1	5'25	9	19'6
<i>Limpiadora</i>	1	5'1	1	5'1	6	16,2
<i>Transportador eléctrico</i>	5	4'6	1	4'6	20	29,2
<i>Descapsuladora</i>	1	3'75	1	3'75	5	12,5
<i>Lavadora</i>	1	8'4	1	8'4	10	26,8
<i>Paletizador</i>	1	3'45	2	6'9	8	18,35

La superficie total “*S_T*” nos da una superficie igual a **239,35 m²**.

b) Superficie necesaria para vestuarios y servicios.

La superficie de los vestuarios se ha realizado atendiendo a las necesidades de nuestra fábrica, cumpliendo en todo momento el artículo nº 39 del capítulo III de la Ordenanza General del Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en el que se establece como superficie mínima 2 m^2 de superficie por trabajador, diferenciándose los vestuarios por sexos.

Al igual que para los vestuarios para la superficie de los aseos se han tenido en cuenta las dimensiones mínimas de cada retrete, $1,2 \times 1 \text{ m}^2$, así como el número de los mismos, 1 por cada 25 hombres y otro por cada 15 mujeres, diferenciándose igualmente por sexos como se especifica en el artículo nº 40 del capítulo III de la O.G.R.S.H.T.

Se ha dispuesto una superficie para los vestuarios de $26,5 \text{ m}^2$ y para los servicios de las oficinas y almacén de $12,7 \text{ m}^2$.

c) Superficie necesaria para el almacén de materia prima.

Esta superficie se destinará al acopio de la materia prima necesaria para la fabricación del producto en cuestión, así como los pequeños materiales que sean necesarios. Reservamos para este almacén una superficie igual a de 135 m^2 .

d) Superficie necesaria para el almacén de producto terminado.

Este almacén estará destinado al almacenamiento del calcín y de las botellas obtenidas en nuestro ciclo de producción. Daremos una superficie mínima de 140 m^2 para asegurarnos una superficie suficiente de almacén en caso de ampliación de la producción y para un correcto paso de los vehículos de carga y descarga.

e) Superficie necesaria para las demás dependencias.

En este apartado englobaremos dependencias tales como:

- ✓ Oficinas.
- ✓ Dirección.
- ✓ Pasillos.
- ✓ Hall de entrada.
- ✓ Sala de juntas.

- ✓ Taller de mantenimiento.
- ✓ Cuarto de la limpieza.

Para estas dependencias reservaremos como mínimo 125 m^2 , repartiendo esta superficie en función del número de empleados y función que se vaya a desempeñar en cada dependencia. En el correspondiente anejo de cálculo calcularemos el número de trabajadores, tanto trabajadores de oficina como trabajadores en la zona de producción.

f) Superficie total requerida.

La superficie total requerida será igual a la suma de las siguientes superficies:

- Superficie necesaria para la zona de producción: **$239,35 \text{ m}^2$** .
- Superficie necesaria para vestuarios y servicios: **$39,2 \text{ m}^2$** .
- Superficie necesaria para el almacén de materia prima: **135 m^2** .
- Superficie necesaria para el almacén de producto terminado: **140 m^2** .
- Superficie necesaria para las demás dependencias: **125 m^2** .

Con lo que tenemos una ***superficie total de $678,55 \text{ m}^2$, con lo que apreciamos que nos basta con nuestra nave de 840 m^2 , incluso disponemos de solar libre para un caso futuro de que se quiera ampliar la industria.***

6. Edificaciones.

6.1. Características del solar del taller productivo.

La nave o taller productivo existente donde se va proyectar la planta de reciclado de vidrio, como ya expusimos anteriormente, pertenece y está en el interior de un complejo penitenciario y que a día de hoy está en desuso, es de forma rectangular de dimensiones $60 \text{ m.} \times 40 \text{ m.}$, 2.400 m^2 , dentro del cual, la nave o taller productivo propiamente dicho tiene una extensión de $21 \text{ m.} \times 40 \text{ m.}$, 840 m^2 , repartándose el resto de metros cuadrados por el contorno de la nave, dentro de la valla de la parcela; zona que se utilizará para aparcamiento y carga y descarga de los camiones, o para posibles ampliaciones tanto de zonas de producción como de instalaciones.

Recordar de nuevo que al estar dentro de un complejo penitenciario, la planta se abastecerá de agua y electricidad directamente desde las instalaciones principales del complejo penitenciario, es decir, desde la dala hídrica y cuadro general de baja tensión con líneas independientes y contadores en cabecera de las mismas.

6.2. Cerramientos.

a) Cerramientos interiores.

Los cerramientos interiores, serán aquellas divisiones fijas sin función estructural que delimitarán o separarán las diferentes áreas de la planta en cuestión.

Estas divisiones interiores se construirán de acuerdo con la CTE, “Fachadas y Particiones” en su apartado PTL “Tabiques de ladrillo”, que será el tipo de división que se utilizará, y en las zonas acondicionadas haciendo cumplir el CTE DB HE1 Limitación de la Demanda Energética y el CTE DB HR sobre limitaciones al ruido.

Utilizaremos tabicón PTL-5, entre otros motivos, para un mayor aislamiento térmico, porque puede acoger conducciones eléctricas y de agua mayor a 2 cm, para que el nivel de ruidos en la zona de oficinas sea también el más reducido posible y porque los aseos, duchas vestuarios y servicios son zonas húmedas.

Para las dependencias señaladas anteriormente, debido a las circunstancias ya señaladas, se colocará un tabique de ladrillo PTL-5, cuya aplicación es para zonas húmedas o diferente nivel de ruido. El tabicón deberá quedar arriostrados, a distancias no superiores a 4,50 metros, al menos por dos de sus lados opuestos, verticales como pilares, muros u otros tabiques y horizontales como forjados o vigas. Dicho tabicón estará formado por ladrillo hueco doble (PTL-2), el cual tendrá una resistencia no inferior a 30 Kg/cm^2 , con un volumen total superior al 33 % del total aparente y sus dimensiones será $24 \times 14 \times 10 \text{ cm}$. Por lo que dicho tabicón tendrá un espesor de 10 cm. Se utilizará para su construcción mortero de cemento P-350, de dosificación 1:6. Se untará el ladrillo en canto y testa, con la cantidad suficiente para formar juntas de 1 cm de espesor. Entre la hilada superior del tabicón y el forjado o elemento horizontal de arriostramiento se dejará una holgura de 2 cm que se rellenará posteriormente, y al menos transcurridos 24 horas, con

mortero de cemento. Los dinteles de hueco superior a 100 cm se realizarán por medio de arcos de descarga o elementos resistentes. La unión entre tabiques se hará mediante enjarjes en todo su espesor, dejando dos hiladas sin enjarjar. El encuentro de tabicones con elementos estructurales verticales se hará de forma que no sean solidarios. El tabicón quedará plano y aplomado, tendrá una composición uniforme en toda su altura y no presentará ladrillos rotos.

Ahora expondremos diferentes criterios de diseño, exigidos por el CTE correspondiente:

- Preferentemente el tabique apoyará sobre el forjado o solera.
- La roza (PLT-8), se utilizará para alojar en su interior las conducciones de instalaciones. Será horizontal y vertical. La horizontal practicada en panderetes y tabicones se hará preferentemente en las tres hiladas superiores; en caso contrario tendrá una longitud máxima de 100 cm. La roza vertical se separará de los cercos o pre-marcos 20 cm como mínimo. Cuando se utilice pre-marco, la conducción eléctrica podrá ir por el interior de un canal dejado en éste. Cuando se dispongan rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre dos rozas paralelas será de 50 cm como mínimo.
- La roza tendrá una profundidad no mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre ladrillo hueco. El ancho no será superior a dos veces su profundidad. Se ejecutará preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique.

b) Cerramientos exteriores.

El cerramiento perimetral de la parcela, ya existente, es a base de fábrica de bloque de hormigón cara vista de 40x20x20 cm., sentados con mortero de cemento 1/6, hasta una altura de 0,50 m de altura, sobre zanja corrida de 0,30 x 0,40 m, de hormigón H-30 armado con redondos de acero corrugado 4D=12 mm, y estribos de D=6/30 cm. Sobre el zócalo de fábrica existe una valla hasta una altura total de 2 m. a base de malla de alambre galvanizada y plastificada, con postes de tubo de acero galvanizado de D=40 mm, colocados cada 2,50 m., recibidos con hormigón H-20.

El cerramiento de la nave, ya existente, es a base de fábrica de ladrillo cara vista rústico hidrófugo de 22 x 11,5 x 5 cm, sentados con mortero de cemento hidrófugo 1/6, hasta una altura de 8,60 m de altura, ya que se levanta la pared hasta el alero (7,20 m) y se levanta un peto hasta una altura de 8,60 m. Con aislamiento interior mediante proyección de poliestireno expandido de 30-40 mm, de espesor.

c) Cubierta.

La cubierta de la nave está realizada con paneles tipo sándwich de chapa nervada, de acero pre-lacada, de 0,6 mm de espesor y altura de cresta de 30 mm, aislamiento de poliuretano de 45 Kg/m³ de densidad, lámina de aluminio por la cara interior del panel, con 10 % de pendiente a dos aguas, sujeta a correas de acero A-42b en IPN, mediante tornillos autorroscantes, el aislamiento de ésta es mediante proyección de poliestireno expandido, con un espesor de 30 mm.

6.3. Cimentación y Solera.

La cimentación existente transmite al terreno las acciones procedentes del peso propio de la nave, las acciones del viento y nieve, y está realizada mediante hormigón armado.

En pavimento exterior la solera será de hormigón tipo H-20, de 20 cm de espesor, armado con mallazo de acero corrugado de diámetro 6 a 15x15 cm, regleado con 1% de pendiente a sumideros y aserrado en juntas de dilatación.

En pavimento de la solera de la nave será de hormigón tipo H-20, de 20 cm de espesor, armado con mallazo de acero corrugado de diámetro 6, regleado con 0,5% de pendiente a sumideros, aserrado en juntas de dilatación y pulido con cuarzo y color, sobre encachado de piedra caliza 40/80 mm 20 cm de espesor, compactado.

6.4. Revestimientos.

6.4.1. Introducción.

Dentro de los revestimientos se encuentran los enfoscados, enlucidos, guarnecidos, tendidos, revocos, alicatados, solerías, falsos techos, pinturas, etc.,

a continuación describiremos todas las características de los revestimientos que forman parte de nuestra edificación y todo ello según la NTE “Revestimientos”.

6.4.2. Enfoscados.

Ejecutados según la CTE: “Revestimientos”, en su apartado RPE (enfoscados). Se define como revestimiento continuo realizado con mortero de cemento, de cal o mixtos en paredes y techos interiores y exteriores.

Criterios de diseño:

- No son aptas para enfoscar las superficies de yeso ni las superficies realizadas con materiales de resistencia análoga o inferior al yeso.
- Se respetarán las juntas estructurales del edificio.
- En enfoscados exteriores o vistos es necesario hacer un llagueado, en recuadros de lado no mayor de 3 m, para evitar agrietamientos.
- Se cortará el paso de agua de lluvia, jardineras u otros usos a los techos mediante goterón.
- Cuando el espesor del enfoscado sea superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas sin superar este espesor.
- El soporte deberá presentar una superficie limpia y rugosa.
- Para enfoscar sobre superficies lisas de hormigón es necesario crear rugosidades en la superficie por picado, con retardadores superficiales de fraguado o colocando sobre ella una tela metálica según se especifica en las correspondientes normativa.

Como dispondremos de diferentes tipos de enfoscados, según la división de que se trate, a continuación, tras indicar un enfoscado determinado y fachadas o paredes interiores que se revestirán con dicho tipo concreto, pasaremos a la definición del mismo.

En primer lugar, señalaremos las fachadas y paredes interiores a las que se revestirá con RPE-5 “Enfoscado sin maestrear de paredes” y que son:

- Dirección.

- Pasillos.
- Hall de entrada.
- Sala de juntas.
- Taller de mantenimiento.
- Cuarto de la limpieza.

Dicho enfoscado se utilizará en fachadas y paredes interiores cuando el enfoscado vaya a quedar oculto o la planeidad del paño se vaya a obtener con el revestimiento de terminación como en revocos, estucos o plaqueados con piezas mayores de 5 x 5 cm.

El espesor del enfoscado para una terminación sobre el enfoscado, enlucida con yeso, en pared interior será de 10 mm.

Para terminación enlucida con yeso, tipo de soporte interior, sin cal será de 1:6.

A la hora de la construcción de este enfoscado sin mastrar de paredes, indicaremos que la capa de mortero será de la dosificación y espesor señalado anteriormente. Una vez humedecida la superficie se aplicará el mortero y se pañeará de forma que éste se introduzca en las irregularidades del soporte, para aumentar su adherencia. La superficie enfoscada no tendrá defecto de planeidad superior a 5 mm medido con regla de 1m.

Ahora describiremos las fachadas y paredes interiores que se revestirán con un “Enfoscado mastrado de paredes” (RPE-7):

- Toda la pared interior de la nave, incluida la que hay en las dependencias.
- Interior de los servicios, aseos, duchas, tanto de hombres como de mujeres.

Se utilizará cuando el enfoscado vaya a quedar visto o la planeidad del paño no se pueda obtener con el revestimiento de terminación como en enlucidos, pinturas, revestimientos delgados pegados o plaqueados con piezas menores de 5 x 5 cm.

El espesor del enfoscado será el siguiente, para las diferentes fachadas y paredes interiores:

- Pared interior de toda la nave, incluida la pared de todas las dependencias situadas en la zona de taller: para una terminación sobre el enfoscado, sin revestimiento (sólo pintura) y pared interior, el espesor será de 12 mm.
- Pared interior de los servicios, aseos, duchas y vestuarios, para una terminación sobre el enfoscado con azulejos, en pared interior, el espesor será de 10 mm.

Para los situados en el interior, sin revestimiento de terminación, tipo de soporte interior, sin cal será de 1/4 y para toda la fachada exterior, sin revestimiento de terminación, con cal y pared exterior, la dosificación será 1/3.

A la hora de la construcción de este enfoscado maestreado de paredes, indicaremos que la capa de mortero será de la dosificación y espesor señalado anteriormente. Se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de mortero, con separación no superior a 1 m en cada paño y formando arista en esquinas, rincones y guarniciones de hueco. Una vez humedecida la superficie se aplicará el mortero, entre maestras y se pañeará de forma que se introduzca en las irregularidades del soporte, para aumentar su adherencia. La superficie enfoscada no tendrá un defecto de planeidad superior a 5 mm medido con regla de 1 m. Daremos un acabado bruñido, que sirva de base a una pintura lisa o alicatado con adhesivo.

6.4.3. Alicatados.

Los locales con este tipo de revestimiento serán los siguientes:

- Todos los servicios.
- Aseos, vestuarios y duchas, tanto de hombres como de mujeres.

El alicatado se realizará, hasta el falso techo, con adhesivo (RPA-4), el cual se puede aplicar a revestimientos de cualquier tipo, con azulejos de pasta blanca o rojo. Se utilizará en los locales anteriormente mencionados.

Utilizaremos azulejos (RPA-1), cuadrados de 20 x 20 cm, su espesor no podrá ser menor de 3 mm y no mayor de 15 mm, con ausencia de esmaltado en la cara posterior y en los cantos.

El adhesivo será elástico, no tóxico e inalterable al agua.

A la hora de la ejecución, el azulejo debe estar seco y con la cara posterior limpia. Se alicatará sobre una superficie maestra plana y lisa de cemento, yeso o escayola y con una humedad no mayor del 3 %. Los taladros que se realicen en el azulejo, para pasos de tubería, tendrán un diámetro de 1 cm, mayor que el diámetro de éstas. Los cortes y taladros se harán mecánicamente con instrumentos adecuados.

Se utilizará lechada de cemento blanco PB-250 en el rejuntado del alicatado. Los azulejos se limpiarán con estropajo seco 12 horas después de efectuado el rejuntado.

6.4.4. Enlucidos de yeso.

Los locales con este tipo de revestimiento serán los siguientes:

- Interior de las oficinas.
- Hall de entrada y pasillos.

Criterios de diseño:

- No se revestirán con yeso las paredes y techos de los locales en los que está prevista una humedad relativa habitual superior al 70 %, ni en aquellos que frecuentemente hayan de ser salpicados por el agua, como consecuencia de la actividad desarrollada.
- Cuando el revestimiento de yeso deba tener un espesor superior a 15 mm, se realizará por capas sucesivas que no superen este espesor.

Para nuestro caso concreto, utilizaremos (RPG-12) “Enlucido de yeso en paredes”, el cual se utilizará para revestir superficies previamente guarnecidas o enfoscadas fratasadas, en paredes cuando su terminación deba realizarse con pinturas lisas o acabado de análogo poder cubriente.

La pasta se extenderá apretándola contra la superficie hasta conseguir un espesor de 3 mm. La superficie quedará plana, lisa y exenta de coqueras y resaltos.

6.4.5. Falsos techos.

Para todas las diferentes dependencias existentes dentro de la nave industrial, se ha adoptado la solución “Techo suspendido paneles de fibra de vidrio”. Son utilizadas para reducir el nivel sonoro de un local y permite disponer de una cámara de instalaciones registrables. Dichas placas utilizadas son de forma rectangular o cuadrada. Con perforaciones uniformemente repartidas en toda su superficie. Llevará incorporado material absorbente acústico incombustible.

La fijación se realizará a las vigas de la pequeña cubierta de cada dependencia.

En las zonas de oficinas, hall, aseos, vestuarios se usaran paneles de fibra de roca con superficie microperforada y resistentes al fuego M1.

6.4.6. Solerías.

Se han adoptado las diferentes solerías para las distintas dependencias.

Utilizaremos como elemento de revestimiento de suelos, baldosas de terrazo para las oficinas, pasillo de entrada, de vestuarios y de oficinas, recepción, todos los servicios y vestuarios, y despacho del jefe de fábrica.

Las baldosas empleadas son de 40 x 40 cm con un espesor de 2,4 cm de 1ª clase con un 15% de absorción máxima de agua y una resistencia máxima de desgaste de 4 mm.

El pavimento con baldosas de terrazo RSR-6 consta de:

- RS-1. - Una capa de espesor ≥ 2 cm de arena de río.
- RS-A1. - Capa de mortero de cemento 1:6 de espesor 2 cm.
- RS-35. - Baldosa de terrazo.
- RS-A3. - Lechada de cemento.

Se dispondrán de rodapiés alrededor de la superficie a pavimentar.

6.4.7. Pinturas.

Se realizarán según la CTE, cuyo ámbito de aplicación es el revestimiento continuo de paramentos y elementos de estructuras, etc.

A continuación y apoyándonos en los Cuadros de la citada norma, asignaremos un tipo de pintura a cada una de las fachadas y paredes interiores de la nave, así como a las diferentes puertas, según el tipo de soporte, el sistema de pintura y aplicación en el interior o exterior:

- Interior de las oficinas, de recepción, despacho del jefe de fábrica los servicios y vestuarios (masculinos y femeninos) y de los aseos de oficina: Pintura plástica lisa sobre ladrillo, yeso y cemento (RPP-24). Color blanco, acabado satinado. Dos manos.
- Interior de toda la nave y de sus dependencias: Pintura al temple liso sobre ladrillo, yeso y cemento (RPP-18). Color blanco. Dos manos.
- Puertas de madera: Barniz sintético acabado brillo, dos manos, tras una mano de revestimiento protector.
- Puertas de acero: Una capa de minio de plomo (protección) y revestimiento esmalte al óleo, acabado satinado, color gris azulado.

La pintura plástica destinada a las oficinas, recepción, y despacho del jefe de fábrica será de aspecto mate o satinado, acabado liso, rugoso o goteado, admitiendo toda gama de colores, con resistencia al roce y al lavado.

Por último, tenemos la pintura al temple en todo el interior de la nave y dependencias; esta pintura es de aspecto mate, con coloraciones pálidas, porosas y permeables, con poca resistencia al agua y al roce.

Señalaremos además, que se utilizará pintura anticorrosiva sobre todo elemento metálico de la nave, una vez rascados los posibles óxidos que se hayan podido originar. Una mano.

Pintura al esmalte al óleo: sobre todo elemento metálico después de la pintura anticorrosiva. Dos manos.

Barniz sintético: que se utilizará sobre todo elemento de madera, tras una imprimación protectora.

6.5. Carpintería de madera.

Así hemos de indicar en primer lugar que en las instalaciones en estudio dispondrán de carpintería de madera, los siguientes elementos:

- Puerta de entrada a las oficinas.
- Puertas de los pasillos.
- Puerta de entrada a los servicios.
- Puerta de entrada a los vestuarios.
- Puerta de entrada al cuarto de limpieza.
- Puerta de las duchas y puerta de entrada a la cabina de los servicios.

Para una mayor homogeneidad, dichas puertas sólo serán de dos tipos diferentes en cuanto a dimensiones y características.

Para la entrada a las oficinas, a los vestuarios y los diferentes pasillos antes mencionados se dispondrán puertas de madera de las siguientes dimensiones, 700 x 2200 x 350 mm, dichas dimensiones han sido tomadas del CTE correspondiente, al igual que para el resto de puertas de madera indicadas anteriormente como son las de las cabinas de los servicios y las de las duchas, 13 en total, sus dimensiones serán de 650 x 2200 x 35 mm. Todas las puertas serán abatibles de eje vertical y abrirán hacia adentro de los respectivos locales a los que nos dirijan.

Observando la Ficha 1 de la PPM “Puertas de Madera”, tenemos que todas serán ciegas, el aspecto de sus caras será liso, acabado barnizado, de madera de pino y terminación canteada.

Para todas ellas el tipo de cierre será resbalón y condena, con accionamiento exterior de pomo o manilla y pomo o muletilla.

El cerco será según la ficha 2 de la citada norma, cerco de madera de pino con premarco con acabado barnizado, con grueso $D = 70$ mm y un ancho $E = 70$ mm. Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de 5 cm, para anclaje en el pavimento. Los cercos vendrán de taller montados, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre ellas no será mayor de 50 cm y de los extremos de los largueros 20 cm, debiendo ser de acero protegido contra la oxidación. Los cercos llegarán a la obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra, y con unan protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

Las dimensiones mínimas de los tapajuntas de madera serán de 10 x 40 mm, de pino y acabado barnizado. Presentarán una cara y dos cantos cepillados y lijados.

Los herrajes para colgar las puertas serán 3 bisagras de acción normal de acero inoxidable, acabado brillo, fijadas mediante tornillo.

6.6. Carpintería metálica.

Todas las disposiciones y características correspondientes las tomaremos del CTE: “Fachadas y particiones”, en sus distintos apartados. Así describiremos la totalidad de las ventanas dispuestas en la edificación en estudio.

Todas llevará alféizar para verter el agua de las lluvias, ejecutado con piedra artificial de anchura 25 cm, será recibido con mortero cemento y arena de dosificación 1 6.

En primer lugar, señalar que todas las ventanas que se coloquen serán de aleaciones ligeras, de corredera y de dos hojas, menos la de los vestuarios que serán de una sola hoja. Hemos optado por este tipo de ventanas por sus diferentes características como pueden ser: iluminación, posibilidad de ventilación 50 % (suficiente), podremos disponer libremente del área interior cercana a la ventana y cumplimos con las exigencias de dimensiones máximas. Indicada los puntos en común de las mismas pasamos a ver su única distinción y que son las dimensiones.

Así tenemos, las ventanas situadas en los laterales de la nave con unas dimensiones de 2000 x 1750 mm. Resultando por lo tanto, un número de 2 ventanas de este tipo.

A continuación, mencionaremos las ventanas dispuestas tanto en las oficinas como en las demás dependencias:

a) Ventana 1500 x 1750 mm.

- Una en la Sala de Juntas (exteriores).
- Una en la Oficina de Dirección (exteriores).
- Una en la Oficina (exterior).
- Dos en el Taller Mecánico (exteriores).

b) Ventana 1000 x 600 mm:

- Una por vestuarios (exteriores).

c) Ventana 2000 x 1750 mm:

- Dos en los almacenes (exteriores).

Todas las ventanas se fabricarán con perfiles de aleación de aluminio, según norma UNE-378337 de tratamiento 50 S-T, con espesor medio mínimo de 1,5 mm.

Serán de color uniforme y no presentarán albeos, fisuras ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos. Las uniones entre perfiles se harán mediante soldadura o escuadras interiores unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Una de las hojas tendrá las uniones desmontables. La hoja de uniones fijas llevará junquillos de aleación de aluminio de 1 mm de espesor mínimo. El perfil horizontal inferior del cerco llevará tres taladros de 30 mm² de sección para desagüe de las aguas infiltradas, uno en centro y dos a 100 mm de los extremos. A cada lado vertical del cerco dispondrá de dos patillas de chapa de acero galvanizado de 100 mm de longitud y separadas de los extremos 250 mm. Las hojas irán montadas sobre patines o poleas de acero inoxidable y provisto en la parte superior de cepillos o juntas aislantes, con holgura de 2 mm, para asegurar la estanqueidad y evite vibraciones producidas por el viento. Los mecanismos de cierre y maniobra llevarán un tirador en cada hoja y un elemento de fijación y desbloqueo en una de ellas. Todos los herrajes y accesorios serán de materiales inoxidable. La carpintería llevará una capa de anodizado. Será estanca al agua bajo un

caudal de 0,12 litros/min·m², con presión estática de 4 mm de columna de agua y no permitirá un paso de aire superior a 60 m³/h·m².

El acristalamiento será de dos tipos diferentes, uno para los todos los servicios y vestuarios de hombres y mujeres de acristalamiento con vidrio impreso y masilla (FVP-10), que se empleará en huecos en los cuales sea necesaria la transmisión luminosa pero deba evitarse la visión a su través; el vidrio se dimensionará de manera que entre él y la carpintería o hueco quede una holgura de 6 mm en cada uno de sus lados. Y por otro lado, tenemos el resto de ventanas, que son las de toda la nave propiamente dicha, oficina y demás dependencias y que llevarán un acristalamiento con vidrio estirado y masilla (FVP-7), según CTE: “Fachadas y particiones”, en su apartado denominado “Vidrios planos”, el cual se empleará cuando no se precise una visión de gran calidad óptica; el vidrio se dimensionarán de manera que entre él y la carpintería o hueco quede una holgura de 6 mm en cada uno de sus lados. El espesor mínimo de dichos vidrios será de 3 mm.

7. Instalaciones.

7.1. Centro de transformación.

7.1.1. Antecedentes.

Nuestro taller productivo o planta de reciclado de vidrio se encuentra dentro de un complejo penitenciario, con lo cual, es el propio centro de transformación del complejo el que abastecerá de electricidad a la planta a través del cuadro general de baja tensión del mismo complejo.

El centro de transformación pertenece a la propiedad y situado en el interior del complejo penitenciario y en el exterior existe el centro de seccionamiento en casetilla prefabricada donde la línea de A.T. llega a 20kV en conducción subterránea.

Aunque no sea objeto de cálculo describimos tanto el centro de seccionamiento como el centro de transformación.

7.1.2. Centro de seccionamiento.

El centro de seccionamiento independiente del centro de transformación situado en el exterior del complejo recibe una tensión de 20kV a través de línea enterrada. Tiene las siguientes características:

1. Casetilla prefabricada de hormigón con separación en el interior por medio de reja metálica puesta a tierra, compañía-cliente.
2. Interruptor A.T. Ormazabal CGMCOSMOS-V-AV, IN = 630A, VN = 24 kV. Compañía.
3. Relé indirecto Ormazabal tipo RPT, INR = 150A, INS = 150A, INT = 150A. Compañía.
4. Ruptor a la salida hacia C.T. Ormazabal CGM COSMOS V-AV, VN = 24 kV, IN = 400A. Cliente.
5. Relé indirecto a la salida hacia C.T. Ormazabal tipo EKOR RPG, INR = 120A, INS = 120A, INT = 120A. Cliente.
6. Contador de energía. Compañía.

7.1.3. Centro de transformación.

Ubicado en edificio de instalaciones, zona interior del complejo. Tiene cuatro trafos de 800 kVA de sobra para la potencia instalada en el complejo. Dimensionado de tal manera que es capaz de abastecer electricidad con sólo dos transformadores.

Por orden tenemos los siguientes elementos:

1. Ruptor de llegada desde seccionamiento SIEMENS 8DH10, IN = 630A, VN = 24 kV.
2. Interruptor A.T. trafa nº1 SIEMENS 8DH10, IN = 630A, VN = 24 kV.
3. Relé indirecto protección trafa nº1 SIEMENS tipo 7SJ6005.
4. Trafo nº1, refrigerante seco, marca ABB DTE800/24 de 800 kVA.
5. Interruptor de protección baja tensión trafa nº1, ABB SACE tipo E2512, IN = 1.250 A, VN = 690 V, 4 polos.

6. Interruptor A.T. trafo nº2 SIEMENS 8DH10, IN = 630A, VN = 24 kV.
7. Relé indirecto protección trafo nº2 SIEMENS tipo 7SJ6005.
8. Trafo nº2, refrigerante seco, marca ABB DTE800/24 de 800 kVA.
9. Interruptor de protección baja tensión trafo nº2, ABB SACE tipo E2512, IN = 1.250 A, VN = 690 V, 4 polos.
10. Interruptor A.T. trafo nº3 SIEMENS 8DH10, IN = 630A, VN = 24 kV.
11. Relé indirecto protección trafo nº3 SIEMENS tipo 7SJ6005.
12. Trafo nº3, refrigerante seco, marca ABB DTE800/24 de 800 kVA.
13. Interruptor de protección baja tensión trafo nº3, ABB SACE tipo E2512, IN = 1.250 A, VN = 690 V, 4 polos.
14. Interruptor A.T. trafo nº4 SIEMENS 8DH10, IN = 630A, VN = 24 kV.
15. Relé indirecto protección trafo nº4 SIEMENS tipo 7SJ6005.
16. Trafo nº4, refrigerante seco, marca ABB DTE800/24 de 800 kVA.
17. Interruptor de protección baja tensión trafo nº4, ABB SACE tipo E2512, IN = 1.250 A, VN = 690 V, 4 polos.

Como podemos observar el centro de transformación está compuesto por 4 transformadores iguales con un total de 4x800 kVA.

A continuación de los interruptores de protección de baja tensión de cada trafo tenemos un embarrado del que cuelgan interruptores generales y uno de ellos será el que nos dé servicio a nuestra nave o planta de reciclado de vidrio, cuya línea es enterrada hasta la propia nave.

Detallaremos en el capítulo de baja tensión.

7.2. Instalación de alumbrado.

7.2.1. Alumbrado interior.

7.2.1.1. Normativa de aplicación.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Más en concreto en el Capítulo II, Artículo 8: “Iluminación”.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, en particular, las disposiciones del Anexo IV de dicho Real Decreto, donde se indican los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo según las tareas o trabajos que se realizan.

- CTE DB HE3, “Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación”. Aunque dicha norma excluya a los edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, no excluye por ejemplo una oficina dentro del mismo edificio de la industria, en este caso en una planta de reciclado de vidrio.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

7.2.1.2. Condiciones de iluminación.

El cálculo de iluminación habrá de hacerse tanto para la zona de producción como para la zona de oficinas y servicios (aseos, vestuarios y cuarto de limpieza).

Para el cálculo tendremos unos valores de entradas definidos previamente e inamovibles, y condiciones a cumplir según normativas de aplicación.

Los valores definidos previamente necesarios para el cálculo de iluminación de cada estancia son los siguientes:

- a) Geometría de cada estancia que podemos ver en planos de superficies y cotas: ancho, largo, altura o forma geométrica con sus medidas.

- b) Coeficientes de reflexión de techos, paredes y suelos. Los tomamos de la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión
TECHO	Blanco o Muy Claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
PAREDES	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
SUELO	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Para los cálculos y atendiendo a los materiales y acabado de nuestro proyecto tomaremos para el techo (falso techo desmontable color blanco) 0.7, para las paredes (enlucidas y pintadas en blanco) 0.5 y para el suelo de color claro 0.3.

- c) Como las principales estancias que se requiere mayor restricción en cuanto a eficiencia energética y salud en el trabajo son las estancias de oficina marcaremos el plano de trabajo a 0.85 m. del suelo, plano sobre el que se harán los cálculos.
- d) Los niveles de iluminación recomendados para un local depende de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

El nivel de iluminación se mide en “lux” y usaremos los niveles de iluminación recomendados según la siguiente tabla:

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales.	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Con los valores de entradas y el tipo de luminarias debemos hacer cumplir las normativas aplicables según enumeramos, principalmente la perteneciente a Eficiencia Energética en Iluminación que recoge el CTE DB HE3. Los requisitos a cumplir son los siguientes:

- VEEI_{límite} según Tabla 2.1: “Valores límite de eficiencia energética de la instalación” que se presenta en el CTE DB HE3.
- La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2: “Potencia máxima de iluminación” que se presenta en el CTE DB HE3.

Haremos el cálculo mediante el programa informático Calculux de la casa comercial Philips. Y en el correspondiente anejo de cálculo se mostrarán todos los parámetros exigidos en proyecto como nos exige la normativa aplicable.

Podemos ver la distribución de las luminarias en el plano “**Iluminación I: Alumbrado interior**” (plano nº 5).

Como resumen enumeramos las estancias sobre las que haremos el cálculo lumínico:

- Oficina de dirección.
- Oficina.
- Hall.
- Sala de Juntas.
- Aseo Oficinas.
- Taller mecánico.
- Vestuarios femeninos y masculinos.
- Zona de producción.
- Aseos zona producción.
- Cuarto limpieza.
- Almacén materia prima.
- Almacén producto terminado.
- Oficina Jefe almacén.
- Almacén.
- Hall.

7.2.1.3. Sistema de control y regulación.

Según el punto 2.3. del CTE DB HE3 las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de control y regulación.

La solución que hemos adoptados en las zonas de presencia aleatoria es la de un sistema de pulsadores temporizados, estas zonas de presencia aleatoria son los aseos, vestuarios y cuarto de limpieza. En las demás zonas existirán pulsadores de encendido y apagado manual.

7.2.1.4. Luminarias.

Según los datos suministrados por el programa, tenemos los siguientes resultados en cuanto a los tipos de luminarias a instalar:

- Oficina de dirección:

Modelo luminaria: TBS165 G 4x14W C6 de PHILIPS.

Lámpara: 4xTL5-14W/840 HFS de PHILIPS.

Número luminarias: 4.

- Oficina:

Modelo luminaria: TBS165 G 4x14W C6 de PHILIPS.

Lámpara: 4xTL5-14W/840 HFS de PHILIPS.

Número luminarias: 6.

- Sala de Juntas:

Modelo luminaria: TBS165 G 4x14W C6 de PHILIPS.

Lámpara: 4xTL5-14W/840 HFS de PHILIPS.

Número luminarias: 4.

- Oficina Jefe Taller:

Modelo luminaria: TBS165 G 3x14W C6 de PHILIPS.

Lámpara: 3xTL5-14W/840 HFS de PHILIPS.

Número luminarias: 4.

- Cabina Vestuarios:

Modelo luminaria: FBS261 de PHILIPS.

Lámpara: 1xPL-C/4P18W HFP C de PHILIPS.

Número luminarias: 1.

- Aseos Oficinas:

Modelo luminaria: FBS261 de PHILIPS.

Lámpara: 1xPL-C/4P26W HFP C de PHILIPS.

Número luminarias: 1.

- Cuarto Limpieza:

Modelo luminaria: FBS261 de PHILIPS.

Lámpara: 1xPL-C/4P26W HFP C de PHILIPS.

Número luminarias: 1.

- Hall:

Modelo luminaria: TBS165 G 3x14W C6 de PHILIPS.

Lámpara: 3xTL5-14W/840 HFS de PHILIPS.

Número luminarias: 3.

- Taller Mecánico:

Modelo luminaria: TCW060 de PHILIPS.

Lámpara: 1xTL-D36W/840 HF de PHILIPS.

Número luminarias: 10.

- Zona Producción:

Modelo de luminaria: TMX400/258 GMX450 RP/GGX450L de PHILIPS.

Lámpara: 2xTL-D58W/830.

Número luminarias: 45.

- Almacén Materia Prima:

Modelo de luminaria: TMX400/258 GMX450 RP/GGX450L de PHILIPS.

Lámpara: 2xTL-D58W/830.

Número luminarias: 14.

- Almacén Producto Terminado:

Modelo de luminaria: TMX400/258 GMX450 RP/GGX450L de PHILIPS.

Lámpara: 2xTL-D58W/830.

Número luminarias: 12.

Aseos Producción.:

Modelo luminaria: FBS261 de PHILIPS.

Lámpara: 1xPL-C/4P26W HFP C de PHILIPS.

Número luminarias: 1.

7.2.2. Alumbrado exterior.

7.2.2.1. Normativa de aplicación.

- Normativa de aplicación. REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias.

7.2.2.2. Condiciones de iluminación.

Esta instalación tiene como misión iluminar las zonas exteriores de la nave, entre ellas están comprendidas la zona de aparcamientos y los accesos interiores a las diferentes zonas de la instalación como son los almacenes.

Para este cálculo hemos utilizado el programa informático “Calculux Areas” de PHILIPS.

Para el cálculo del nivel medio de iluminación, hemos consultado las recomendaciones internacionales para el alumbrado público editadas por la Comisión Internacional del Alumbrado.

Para la zona exterior se ha previsto una iluminación entorno a los 20 lux, ya que no se prevé que ninguna persona trabaje fuera de las instalaciones y además los vehículos que deben transitar por el exterior de la nave para su aproximación a la zona de carga y descarga se dispone de suficiente visibilidad.

7.2.2.3. Luminarias.

Se utilizarán luminarias SGS 201 que poseen las siguientes características:

- Sistema óptico diseñado para un buen control del haz y de la salida de luz.
- Gran flexibilidad de montaje.
- Construcción estanca capaz de soportar los efectos de la intemperie y de los choques.

Se ha realizado el alumbrado de las cuatro fachadas. Se dispondrán un total de 12 luminarias SGS 201 cuya distribución se puede observar en el plano

correspondiente a alumbrado exterior. Los resultados obtenidos con los cálculos correspondientes se presentarán en el anexo de cálculo de alumbrado.

La colocación de las luminarias queda perfectamente definidas en el plano de **“Iluminación II: Alumbrado exterior” (plano nº 6).**

7.3. Instalación de Baja Tensión.

7.3.1. Objeto.

Se proyectará la Instalación Eléctrica de Baja Tensión, alumbrado y fuerza, para la Planta de Reciclaje de Vidrio situada en el complejo penitenciario Sevilla I.

Se describe en esta memoria, acorde a la legislación vigente, los resultados obtenidos para cada uno de los circuitos considerados, no mezclando nunca fuerza con alumbrado: sección y tipo de conductor y protecciones. Todo ellos tras hacer previsiones de potencia de alumbrado y tomas de fuerzas.

Como nuestra planta es diseñada adaptándola a la existente, tendremos que comprobar que la acometida que llega desde el cuadro general de baja tensión del centro es suficiente para la carga total prevista.

Los distribuidores serán calculados para que la sección sea la más económica posible cumpliendo nuestras previsiones de carga. Realizaremos separación de circuitos de fuerza y alumbrado, distribuiremos las fases de forma que queden lo más equilibradas que sea posible y se diseñará con una distribución selectiva. Toda la instalación irá instalada bajo tubo, en la zona de taller instalado superficialmente (tubo aislante rígido normal curvable en caliente) y en las zonas de las oficinas y demás dependencias empotrado en los tabiques y por encima de los falsos techos (bajo tubo flexible no propagador de la llama).

7.3.2. Normativa de aplicación.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto y demás Normas Generales y Particulares de la Delegación de Industria y Energía y las Normas de la Compañía suministradora.

- ITC-BT 07: Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
- ITC-BT 08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT 09: Instalaciones de alumbrado exterior.
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT 19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT 20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.
- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
- ITC-BT 22: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT 23: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT 24: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.
- ITC-BT 43: Instalación de receptores. Prescripciones generales.
- ITC-BT 44: Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.
- ITC-BT 47: Instalación de receptores. Motores

El cálculo de todo lo referente a la instalación eléctrica se ha realizado teniendo en cuenta, el R.E.B.T., quedando perfectamente detallada la distribución de los conductores en el plano “**instalación de fuerza**” (plano nº 12) y el resumen de cada una de las líneas en el “**esquema unifilar**” (plano nº 13).

7.3.3. Potencia demandada.

La potencia demandada dependerá de la potencia instalada de cada uno de los siguientes grupos:

- Potencia de Alumbrado interior.
- Potencia de alumbrado exterior.
- Potencia de alumbrado de emergencia y señalización.
- Potencia de tomas de fuerza de maquinaria.
- Potencia de tomas de fuerzas monofásicas auxiliares.
- Potencia de tomas de fuerzas trifásicas auxiliares.
- Potencia de Equipos Bomba de Calor Oficinas.

Junto a los coeficientes de simultaneidad y factores de aplicación según normativa, obtenemos la potencia total demandada, primero para saber si nuestra acometida existente es válida y segundo para las protecciones del cuadro principal:

- Según **ITC-BT 44**, “Instalación de receptores. Receptores de Alumbrado”, los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Supondremos coeficiente de simultaneidad en tomas de fuerza sobre el valor máximo, tomas de 16 A, y según el tipo de ubicación y uso dentro de la planta. Aplicaremos la **UNE 20315** que hace referencia en la **ITC-BT 19**, sobre tomas de corrientes.
- Aplicaremos la **ITC-BT 47**, “Instalación de receptores. Motores”, dónde para el cálculo de líneas que abastezcan a un solo motor, la sección la calcularemos teniendo en cuenta un aumento del 25% de su carga nominal. En líneas con más de un motor la sección la calculamos con la suma de las cargas nominales más el aumento del 25% de la carga mayor.

- Conductores aislados unipolares bajo tubos en montaje superficial, empotrado en obra y enterrado.
- Aplicaremos la **ITC-BT 21**, “Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras”, según el tipo de conducción.

Teniendo en cuenta todo lo anterior obtenemos que la potencia demandada total de nuestra planta de reciclado es de **126.130,77 W** pero vamos a trabajar con una carga total de **130 kW** para comprobar que la acometida existente es suficiente.

7.3.4. Caídas de tensión.

Las caídas de tensión admisibles serán, según se estipula en la **ITC-BT-19**, “Instalaciones interiores o receptoras”, la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

7.3.5. Acometida.

Nuestra acometida a la nave, ya existente, va desde el CGBT del complejo penitenciario hasta el cuadro principal de distribución de la propia nave, línea enterrada, una distancia de unos 30 metros. Por tanto no necesitamos dimensionar Centro de Transformación ninguno ya que como hemos expuesto anteriormente el proyecto que nos ocupa está dentro de una instalación existente.

Lo que si haremos es comprobar que la acometida que llega a la nave es suficiente para la demanda de potencia de nuestra planta.

La potencia demandada es de 130 kW y nuestra acometida a la nave es:

RZ1-K 0,6/1 kV 4 x 95 mm²

En el anejo de cálculo veremos que la acometida existente es suficiente.

7.3.6. Subdivisión de líneas.

Las instalación se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ella, afecte 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.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- 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.

7.3.7. Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

7.3.8. Líneas de cuadro principal y cuadros secundarios.

Recogemos a continuación en las siguientes tablas las secciones obtenidas para cada una de las líneas que unen al cuadro principal con los distintos cuadros secundarios (con letra mayúscula, ejemplo: Línea A) y las líneas que unen los cuadros secundarios con cada uno de los receptores que alimentan (con letra mayúscula más un número, ejemplo: Línea A.1).

Nuestra instalación tiene las siguientes características: “Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra”

a) Línea A: Alumbrado y fuerza Of. Dirección / Oficinas / Hall.

Características: Al cuadro secundario nº 1 (C.S.1).

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 ES07Z1-K bajo tubo de 25 mm.

a.1.) Línea A1.

Características: Luminarias Oficina Dirección, 4 x 52 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase S)

a.2.) Línea A2.

Características: Luminarias del Hall, 3 x 52 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase S).

a.3.) Línea A3:

Características: Luminarias de las Oficinas, 6 x 52 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase T).

a.4) Línea A4.

Características: Alimenta 4 tomas de corriente monofásicas de 16A, 1 en Oficina de Dirección y 3 en Oficinas.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase R).

a.5.) Línea A5.

Características: Equipo de aire acondicionado de 7.242 W.

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fases RST).

b) Línea B: Alumbrado y fuerza aseos of. / sala juntas.

Características: Al cuadro secundario nº2 (C.S.2).

Cable: 3x (1x4)+1x4+1G4 ES07Z1-K bajo tubo de 25 mm.

b.1.) Línea B1.

Características: Luminarias aseos oficinas, 2 x 33,20 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase R).

b.2.) Línea B2.

Características: Luminarias sala de juntas, 4 x 52 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase R).

b.3.) Línea B3.

Características: Alimenta dos tomas de corriente monofásicas de 16 A, en sala de juntas.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase S).

b.4.) Línea B4.

Características: Alimenta dos tomas de corriente monofásicas de 16 A, en aseos de oficinas.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase T).

b.5.) Línea B5.

Características: Equipo de aire acondicionado de 5.000 W.

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fases RST).

c) Línea C: Alumbrado y fuerza taller mecánico / almacén P.T.

Características: Al cuadro secundario nº3 (C.S.3).

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm.

c.1.) Línea C1.

Características: Luminarias almacén producto terminado 12 x 111 W.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase S).

c.2.) Línea C2.

Características: Luminarias taller mecánico 10 x 36 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase R).

c.3.) Línea C3.

Características: Alimenta dos tomas de corriente monofásicas de 6 A, en taller mecánico.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase R).

c.4.) Línea C4.

Características: Alimenta cuatro tomas de corriente monofásicas de 116 A, en almacén de productos terminados.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase T).

d) Línea D: Alumbrado y fuerza de vestuarios / taller.

Características: Al cuadro secundario nº 4 (C.S.4).

Cable: 3x(1x35)+1x35+1G35 ES07Z1-K bajo tubo de 50 mm.

d.1.) Línea D1.

Características: Luminarias de los vestuarios 14 x 24.5 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase T).

d.2.) Línea D2.

Características: Alimenta dos tomas de corriente monofásicas de 16 A, en vestuario femenino.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase R).

d.3.) Línea D3.

Características: Alimenta la limpiadora de calcín, 1 x 11.185,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.4.) Línea D4.

Características: Alimenta el Transportador A, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.5) Línea D5.

Características: Alimenta el Transportador B, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.6) Línea D6.

Características: Alimenta la Trituradora, 1 x 14.914,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.7) Línea D7.

Características: Alimenta el Transportador C, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.8) Línea D8.

Características: Alimenta el Transportador D, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

d.9.) Línea D9.

Características: Alimenta cuatro tomas de corriente monofásicas de 16 A, en vestuario masculino y cuarto limpieza.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase S).

e) Línea E:

Características: Al cuadro secundario nº 5 (C.S.5).

Cable: 3x (1x35)+1x35+1G25 ES07Z1-K bajo tubo de 50 mm.

e.1.) Línea E1.

Características: Luminarias de la zona de producción, 11 x 111 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase R).

e.2.) Línea E2.

Características: Luminarias de la zona de producción, 16 x 111 W.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase T).

e.3.) Línea E3.

Características: Luminarias de la zona de producción, aseos de producción y oficina jefe taller, 18 x 111 W + 2 x 33.2 W + 4 x 38 W.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase S).

e.4.) Línea E4.

Características: Alimenta la descapsuladora, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

e.5.) Línea E5.

Características: Alimenta la lavadora, 1 x 14.914,00 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

e.6.) Línea E6.

Características: Alimenta el transportador E, 1 x 3.728,50 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

e.7.) Línea E7.

Características: Alimenta el paletizador, 1 x 1.491,40 W.

Cable: 3x (1x6)+1x6+1G6 RZ1-K bajo tubo de 50 mm. (Fases RST).

e.5.) Línea E8.

Características: Alimenta seis tomas de corriente monofásicas de 16 A, en zona de producción, aseos taller y oficina jefe taller.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase S).

e.6.) Línea E9.

Características: Alimenta tres tomas de corriente trifásicas de 16 A en zona de producción.

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fases RST).

e.7.) Línea E10.

Características: Alimenta aire acondicionado de la oficina del Jefe Taller, 3.816 W.

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fases RST).

f) Línea F:

Características: Al cuadro secundario nº6 (C.S.6).

Cable: 3x (1x2.5)+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm.

f.1.) Línea F1.

Características: Luminarias del almacén de materias primas, 14 x 111 W.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase T).

f.2.) Línea F2.

Características: Alimenta tres tomas de corriente monofásicas de 16 A, en almacén de materias prima.

Cable: 1x2.5+1x2.5+1G2.5 ES07Z1-K bajo tubo de 20 mm. (Fase R).

f.3.) Línea F3.

Características: Luminaria del alumbrado exterior 6 x 114 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1x1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase S).

f.4.) Línea F4.

Características: Luminaria del alumbrado exterior 6 x 114 W.

Cable: 1x1.5+1x1.5+1x1G1.5 ES07Z1-K bajo tubo de 16 mm. (Fase S).

7.4. Instalación de Mando y Protección.

7.4.1. Fundamentos.

La instalación estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades que puedan aparecer por sobrecargas o cortocircuitos. Como dispositivos de protección contra las diferentes sobreintensidades se usarán interruptores automáticos magnetotérmicos de forma que tengan una intensidad nominal en dicho punto o circuito, de modo que puedan interrumpirlo sin deterioro de sus elementos constructivos. Podremos observar las características de cada uno de los elementos de protección en el plano de “**esquema unifilar**” (plano nº 13).

La elección de los interruptores magnetotérmicos, deberá hacerse procurando una selectividad en su funcionamiento, de forma que en caso de falta de un circuito solo se active el interruptor más próximo a ese punto, dejando fuera de servicio el circuito defectuoso, pero sin afectar al resto de los receptores.

La selectividad se realizará estudiando las curvas de disparo (B, C, D) y tiempo de disparo en función de la intensidad, suministrados todos estos datos por el fabricante de los interruptores elegidos, de forma que dichas curvas no se solapen en ningún punto si es posible y quedando de izquierda a derecha en orden creciente de intensidad.

Si elegimos interruptores de la misma casa comercial y el mismo tipo de curvas de disparo, podemos asegurar que entre ellos existe protección selectiva.

Según el REBT, ITC-BT-24, se tomará un sistema de protección consistente en la puesta a tierra de las masas que haya en toda la instalación, ya sean instalaciones, maquinaria u otro elemento, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origina la desconexión de la instalación defectuosa.

Para la protección de contactos indirectos se dispondrán los interruptores diferenciales de 300 mA para los circuitos aguas arriba de los cuadros secundarios y 30 mA para los de aguas abajo.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en puntos en que la intensidad admisible disminuya debido a los cambios de sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados, según REBT

La instalación eléctrica estará protegida por un bloque diferencial-magnetotérmico y cada línea se protegerá con un interruptor magnetotérmico. En el cuadro principal se alojarán las protecciones de las líneas que llegan a los cuadros secundarios y en estos se dispondrán las protecciones de las líneas que llegan hasta los receptores.

7.4.2. Cuadro general de mando y protección.

La intensidad de ruptura en el cuadro principal se calcula a partir de las impedancias de cortocircuito de los elementos siguientes:

- Red aguas arriba.
- Transformador. (en nuestro caso el existente en el complejo y que no es de uso exclusivo a la planta).
- Acometida.

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
ACOMETIDA	95,00	30,00	0,05400	0,0097	0,0549	4,21	4,98

La intensidad de ruptura total será:

$$I_{ruptura} = 4,98 \text{ kA.}$$

Protección:

Bloque interruptor diferencial magnetotérmico de calibre 4 x 250 A, poder de corte (25 kA), Curva C y sensibilidad de 300 mA

En este mismo cuadro se colocarán los interruptores magnetotérmicos de protección de las líneas que parten del cuadro principal hasta los cuadros secundarios. En cada una de ellas se colocará un interruptor en función de la intensidad nominal que circule por ella, de la intensidad que dicho aparato deba cortar en caso de cortocircuito y de la curva de disparo en función de los distintos aparatos del mismo tipo que se encuentren instalados en la misma línea.

7.4.3. Protección de las líneas a los cuadros secundarios

Se ha tenido en cuenta la longitud del conductor y su sección.

LÍNEA	Sección (mm^2)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.A.	6,00	8,00	0,055	0,034	0,064	3,590	3,949
L.B.	4,00	5,00	0,055	0,032	0,063	3,649	4,014
L.C.	2,50	21,00	0,056	0,161	0,170	1,355	1,491
L.D.	35,00	33,00	0,057	0,027	0,063	3,654	4,020
L.E.	35,00	40,00	0,058	0,030	0,065	3,530	3,883
L.F.	2,50	55,00	0,060	0,406	0,410	0,563	0,620

Elementos de Protección de las líneas:

Línea A

$$I_{\text{PREVISTA}} = 27.27 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 32 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 10 KA, calibre de 32 A y tipo de curva C.

Línea B

$$I_{\text{PREVISTA}} = 16.40 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 24 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 10 kA, calibre de 20 A y tipo de curva C.

Línea C

$$I_{\text{PREVISTA}} = 12.75 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 18.50 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 10 kA, calibre de 16 A y tipo de curva C.

Línea D

$$I_{\text{PREVISTA}} = 78.13 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 96 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 25 kA, calibre de 80 A y tipo de curva D.

Línea E

$$I_{\text{PREVISTA}} = 75.41 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 96 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 25 kA, calibre de 80 A y tipo de curva D.

Línea F

$$I_{\text{PREVISTA}} = 12.11 \text{ A}$$

$$I_{\text{MÁX, ADM}} = 18.5 \text{ A}$$

Se dispondrá un interruptor magnetotérmico de 4 polos, con un poder de corte 10 kA, calibre de 16 A y tipo de curva C.

7.4.4. Cuadros secundarios.

En cada cuadro secundario se dispondrá de un interruptor diferencial magnetotérmico que protegerá a las líneas aguas abajo y además cada línea estará protegida individualmente por medio de un interruptor magnetotérmico.

En el siguiente cuadro se recogen las características de los diferenciales magnetotérmicos que se instalarán en los distintos cuadros secundarios.

Cuadro Secundario	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Sensibilidad (mm A)	Tipo de Curva
C.S.1	4	32	18	30	C
C.S.2	4	20	36	30	C
C.S.3	4	16	18	30	C
C.S.4	4	80	36	30	C
C.S.5	4	80	36	30	C
C.S.6	4	16	18	30	C

7.4.5. Protección de líneas desde cuadros secundarios a receptores.

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.A.1	1,50	11,00	0,056	0,166	0,175	1,321	1,453
L.A.2	1,50	12,00	0,056	0,178	0,186	1,240	1,364
L.A.3	1,50	15,00	0,056	0,214	0,221	1,045	1,150
L.A.4	2,50	21,00	0,057	0,185	0,193	1,194	1,313
L.A.5	2,50	9,00	5,579	1,203	5,707	0,040	0,045

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.B.1	1,50	8,00	0,055	0,128	0,140	1,654	1,820
L.B.2	1,50	10,00	0,056	0,152	0,162	1,426	1,568
L.B.3	2,50	10,00	0,056	0,104	0,118	1,956	2,152
L.B.4	2,50	8,00	0,055	0,090	0,105	2,190	2,409
L.B.5	2,50	7,00	8,055	1,683	8,229	0,028	0,031

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.C.1	2,50	25,00	0,059	0,341	0,346	0,668	0,734
L.C.2	1,50	18,00	0,058	0,377	0,381	0,606	0,666
L.C.3	2,50	12,00	0,057	0,247	0,254	0,910	1,001
L.C.4	2,50	27,00	0,059	0,355	0,360	0,641	0,705

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.D.1	1,50	14,00	0,059	0,195	0,203	1,136	1,249
L.D.2	2,50	14,00	0,059	0,127	0,140	1,646	1,810
L.D.3	6,00	10,00	3,634	0,772	3,715	0,062	0,068
L.D.4	6,00	8,00	10,786	2,196	11,008	0,021	0,023
L.D.5	6,00	13,00	10,787	2,211	11,011	0,021	0,023
L.D.6	6,00	6,00	2,740	0,581	2,801	0,082	0,091
L.D.7	6,00	5,00	10,786	2,187	11,006	0,021	0,023
L.D.8	6,00	10,00	10,786	2,202	11,009	0,021	0,023
L.D.9	2,50	11,00	0,058	0,106	0,121	1,910	2,101

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.E.1	1,50	25,00	0,061	0,330	0,336	0,688	0,757
L.E.2	2,50	40,00	0,062	0,318	0,324	0,712	0,783
L.E.3	2,50	40,00	0,062	0,318	0,324	0,712	0,783
L.E.4	6,00	16,00	10,788	2,224	11,015	0,021	0,023
L.E.5	6,00	20,00	2,742	0,627	2,813	0,082	0,090
L.E.6	6,00	23,00	10,788	2,245	11,020	0,021	0,023
L.E.7	6,00	26,00	26,881	5,472	27,432	0,008	0,009
L.E.8	2,50	37,00	0,062	0,297	0,303	0,762	0,838
L.E.9	2,50	26,00	0,061	0,217	0,226	1,023	1,125
L.E.10	2,50	22,00	0,060	0,189	0,198	1,166	1,283

LÍNEA	Sección (mm ²)	L (m)	X (Ohm)	R (Ohm)	Z _{cc} (Ohm)	I _{cc} (kA)	I _{rup} (kA)
L.F.1	2,50	27,00	0,062	0,600	0,603	0,383	0,421
L.F.2	2,50	25,00	0,062	0,586	0,589	0,392	0,431
L.F.3	1,50	50,00	0,065	1,006	1,008	0,229	0,252
L.F.4	1,50	40,00	0,064	0,886	0,888	0,260	0,286

Protección de las líneas:

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.A.1	11	1,97	15,00	10,00
L.A.2	12	1,13	15,00	10,00
L.A.3	15	2,96	15,00	10,00
L.A.4	21	12,80	21,00	16,00
L.A.5	9	14,52	18,50	16,00

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.B.1	8	0,41	15,00	10,00
L.B.2	10	1,97	15,00	10,00
L.B.3	10	6,40	21,00	16,00
L.B.4	8	6,40	21,00	16,00
L.B.5	7	10,02	18,50	16,00

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.C.1	25,00	10,42	21,00	16
L.C.2	18,00	2,82	15,00	10
L.C.3	12,00	6,40	21,00	16
L.C.4	27,00	12,80	21,00	16

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.D.1	14	1,97	15,00	10,00
L.D.2	14	10,37	21,00	16,00
L.D.3	10	22,42	63,00	25,00
L.D.4	8	7,47	63,00	16,00
L.D.5	13	7,47	63,00	16,00
L.D.6	6	29,90	63,00	32,00
L.D.7	5	7,47	63,00	16,00
L.D.8	10	7,47	63,00	16,00
L.D.9	11	3,20	21,00	16,00

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.E.1	25	9,82	15,00	10,00
L.E.2	40	13,90	21,00	16,00
L.E.3	40	17,35	21,00	20,00
L.E.4	16	7,47	63,00	16,00
L.E.5	20	29,90	63,00	32,00
L.E.6	23	7,47	63,00	16,00
L.E.7	26	2,99	63,00	16,00
L.E.8	37	4,80	21,00	20,00
L.E.9	26	9,60	18,50	16,00
L.E.10	22	7,65	18,50	16,00

Líneas	L (m)	I _{PREVISTA} (A)	I _{MÁX,ADM} (A)	Int. Mag. (A)
L.F.1	27	12,16	21,00	16,00
L.F.2	25	9,60	21,00	16,00
L.F.3	50	5,35	15,00	10,00
L.F.4	40	5,35	15,00	10,00

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.A.1	1,97	2	10,00	10	C
L.A.2	1,13	2	10,00	10	C
L.A.3	2,96	2	10,00	10	C
L.A.4	12,80	2	16,00	10	C
L.A.5	14,52	3	16,00	10	D

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.B.1	0,41	2	10,00	10	C
L.B.2	1,97	2	10,00	10	C
L.B.3	6,40	2	16,00	10	C
L.B.4	6,40	2	16,00	10	C
L.B.5	10,02	3	16,00	10	D

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.C.1	10,42	2	16	10	C
L.C.2	2,82	2	10	10	C
L.C.3	6,40	2	16	10	C
L.C.4	12,80	2	16	10	C

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.D.1	1,97	2	10,00	10	C
L.D.2	10,37	2	16,00	10	C
L.D.3	22,42	3	25,00	10	D
L.D.4	7,47	3	16,00	10	D
L.D.5	7,47	3	16,00	10	D
L.D.6	29,90	3	32,00	10	D
L.D.7	7,47	3	16,00	10	D
L.D.8	7,47	3	16,00	10	D
L.D.9	3,20	2	16,00	10	C

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.E.1	9,82	2	10,00	10	C
L.E.2	13,90	2	16,00	10	C
L.E.3	17,35	2	20,00	10	C
L.E.4	7,47	3	16,00	10	D
L.E.5	29,90	3	32,00	10	D
L.E.6	7,47	3	16,00	10	D
L.E.7	2,99	3	16,00	10	D
L.E.8	4,80	2	20,00	10	C
L.E.9	9,60	3	16,00	10	D
L.E.10	7,65	3	16,00	10	D

LÍNEA	I _{CÁLCULO} (A)	Nº de Polos	Calibre (A)	Poder de corte (kA)	Tipo de Curva
L.F.1	12,16	2	16,00	10	C
L.F.2	9,60	2	16,00	10	C
L.F.3	5,35	2	10,00	10	C
L.F.4	5,35	2	10,00	10	C

7.5. Suministro de Agua.

7.5.1. Objeto.

Con esta instalación se pretende dar servicio de agua fría y caliente a la planta objeto de nuestro proyecto. Al pertenecer nuestra planta a un centro penitenciario, es decir, está dentro de una instalación ya existente, el abastecimiento correrá a cargo del propio centro desde los depósitos de acumulación (aljibes) del centro a través de los grupos de presión por medio de un ramal enterrado independiente hasta nuestra planta. Con los grupos de presión nos aseguramos la presión necesaria en acometida de la planta. Esta presión será suficiente para poder desprestigiar las pérdidas de carga que se producen en la instalación objeto, aun así, realizaremos una comprobación para ver que dichas pérdidas de carga no son excesivas

Podemos ver todas las características de nuestra instalación en los **planos nº 7 y 8**, Suministro de Agua, y en el correspondiente anexo, los cálculos realizados.

7.5.2. Normativas de aplicación.

- Libro de Luis Jesús Arizmendi Barnes para el Cálculo y Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificio.
- CTE DB HS4. “Suministro de Agua” y CTE DB HE4.”Contribución Solar Mínima”.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Aislamiento.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1.627/97 de 24 de Octubre de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras.

7.5.3. Agua fría.

La instalación de agua fría de la planta la consideramos como una derivación particular dentro del centro penitenciario donde se encuentra, y es el mismo grupo de presión del centro el que nos suministra directamente a pie de planta. Por lo que vamos a considerar que la empresa suministradora es el propio centro.

Aunque sea realmente una derivación dentro de una instalación existente, la trataremos como una instalación independiente donde recibimos en acometida una presión y caudal suficiente para las necesidades. Instalaremos el correspondiente equipo de medida en armario homologado, para llevar control de consumo de la planta.

Los elementos que componen la instalación según CTE DB HS4 son los siguientes:

- **ACOMETIDA.**

- a) Collarín de toma en carga sobre la tubería de distribución que viene desde el grupo de presión del centro.
- b) Tubo de acometida que enlace el collarín de toma con la llave de corte general situada en arqueta de propio contador.

- **INSTALACIÓN GENERAL.**

Por este orden:

- c) Llave de corte general de la instalación alojada en arqueta del contador.
- d) Filtro de la instalación general alojado en arqueta a continuación de la llave de corte general de la instalación, para retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas.
- e) Contador general alojado en arqueta para controlar el consumo de la planta de reciclado. A continuación del filtro.
- f) A continuación grifo o racor de pruebas.
- g) Válvula de retención.

- h) Y por último una llave de salida. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general, filtro y válvula de retención.
- i) Tubo de distribución principal y derivaciones con llave de cortes al principio de cada una de ellas para no tener que cortar suministro en toda la planta en caso de avería.

Todo lo anterior alojado en arqueta de registro que se situará junto a la fachada que da a la entrada a la parcela como podemos ver en los planos.

- RED INTERIOR.

La red interior empieza en llave de corte general alojada en el interior de la planta próxima a la arqueta de acometida, accesible desde el falso techo de la oficina de dirección,

La red de suministro de agua fría está formada por canalizaciones de cobre sin calorifugar empotradas en la pared.

Desde el distribuidor principal, a continuación de la llave de corte general en el interior, parten dos ramales que abastecen a los vestuarios masculinos y femeninos, y aseo de zona de producción, y a los aseos de la zona de oficina.

Los diámetros de las tuberías están en función de los caudales, estando especificados en los planos y en la memoria de cálculos.

Las llaves de paso se situarán en los lugares que se consideran necesarios según CTE, especificándose su situación en el plano correspondiente a suministro de agua.

Recogemos a continuación en la siguiente tabla los resultados de todos los tramos de nuestra instalación tras los cálculos realizados según el método que se muestra en el correspondiente anexo de cálculo.

Ante cualquier contradicción será válido en primer lugar los datos contenidos en los planos en primer lugar, y en segundo lugar los recogidos en el anexo de cálculo correspondiente.

TRAMO	L (m)	Aparatos		Q _{MÁX} (l/s)	K _i	Q _{REAL} (l/s)	V _{REAL} (m/s)	Ø (mm)	j _i (m.c.a./m)	Diámetro Tubería
		Nº	Tipos							
1-A	3,00	1	1F	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
1-B	0,70	4	2WC+2L	0,40	0,577	0,231	0,74	20,000	0,043	22 x 20
B-2	0,80	3	1WC+2L	0,30	0,707	0,212	1,06	16,000	0,108	18 x 16
2-C	1,20	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
2-D	0,70	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
D-E	2,00	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
F-1	4,30	5	1F+2WC+2L	0,50	0,500	0,250	0,80	20,000	0,050	22 x 20
α-F	10,30	6	1F+2WC+2L+1G	0,70	0,447	0,313	1,00	20,000	0,074	22 x 20
H-G	2,00	1	1WC	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
3-H	2,60	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
I-J	2,00	1	1WC	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
3-I	1,00	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
K-3	2,00	4	2WC+2L	0,40	0,577	0,231	0,74	20,000	0,043	22 x 20
L-K	13,60	5	2WC+2L+1G	0,60	0,500	0,300	0,95	20,000	0,069	22 x 20
M-L	10,50	6	2WC+2L+1G+1F	0,60	0,447	0,268	0,85	20,000	0,057	22 x 20
4-M	4,70	7	2WC+2L+2G+1F	0,80	0,408	0,327	1,04	20,000	0,080	22 x 20
4-N	1,70	4	2L+2U	0,50	0,577	0,289	0,92	20,000	0,064	22 x 20
N-Ñ	0,60	3	1L+2U	0,40	0,707	0,283	0,90	20,000	0,062	22 x 20
Ñ-O	1,80	2	2U	0,30	1,000	0,300	0,95	20,000	0,069	22 x 20
O-P	1,00	1	1U	0,15	1,000	0,150	0,75	16,000	0,059	18 x 16
5-4	4,00	11	2U+4L+2WC+1F+2G	1,20	0,316	0,379	0,71	26,000	0,030	28 x 26
5-Q	0,60	8	4WC+4D	1,20	0,378	0,454	0,85	26,000	0,041	28 x 26
Q-R	1,40	6	2WC+4D	1,00	0,447	0,447	0,84	26,000	0,040	28 x 26
R-S	1,30	4	4D	0,80	0,577	0,462	0,87	26,000	0,042	28 x 26
S-T	1,30	2	2D	0,40	1,000	0,400	0,75	26,000	0,033	28 x 26
6-5	4,00	19	2U+4L+6WC+4D+1F+2G	2,40	0,236	0,566	1,07	26,000	0,060	28 x 26
6-U	2,50	2	2L	0,20	1,000	0,200	0,64	20,000	0,034	22 x 20
U-V	0,60	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
α-6	4,00	21	2U+6L+6WC+4D+1F+2G	2,60	0,224	0,581	1,10	26,000	0,063	28 x 26
α'-α	4,50	27	2U+8L+8WC+4D+2F+3G	3,30	0,196	0,647	1,22	26,000	0,076	28 x 26

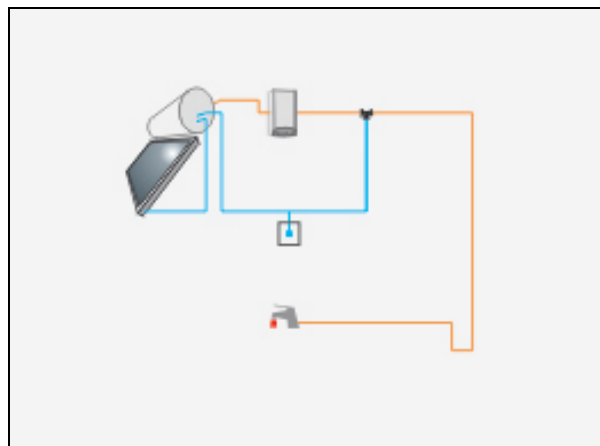
7.5.4. Agua caliente.

La producción de ACS se realizará de manera centralizada para abastecer los vestuarios femeninos y masculinos según la demanda que nos exige el CTE DB HE 4.

El esquema de principio consiste en la producción de ACS mediante un sistema de energía solar térmica de baja temperatura situado en la cubierta de la nave, desde donde se abastece a los puntos de consumos señalados (vestuario femenino y masculino).

Cuando la energía solar no sea suficiente para abastecer la demanda, dicho sistema estará apoyado mediante un termo eléctrico situado en el cuarto de limpieza anexo a los vestuarios.

Tipo de sistema: El sistema proyectado es del tipo Termosifónico, se basa en el principio de circulación natural así que no es necesario disponer de equipos de bombeo tanto en el primario como en el secundario, en el primario porque es termosifónico y en el secundario porque al estar en la cubierta de la planta tenemos presión suficiente por altura. Se instalará un mezclador termostático de agua de red y agua caliente del depósito solar.



- DEMANDA.

Hemos diseñado el sistema para un consumo total de:

$$D_T(60^\circ C) = 21 \frac{\text{litros}}{\text{día} \cdot \text{pers.}} \cdot 19 \text{ pers.} = 399 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

- EXIGENCIA SOLAR.

La zona climática donde se encuentra nuestra planta, Sevilla, es zona climática V, por lo que la fracción solar exigida es del 60%.

- ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.

Se dispondrá el sistema de captadores en la cubierta de la planta con una orientación SUR e inclinación de 40°. Con estas condiciones se ha calculado como se puede observar en el anexo correspondiente.

- EQUIPO A INSTALAR.

Marca: BAXIROCA

Modelo: STS 300

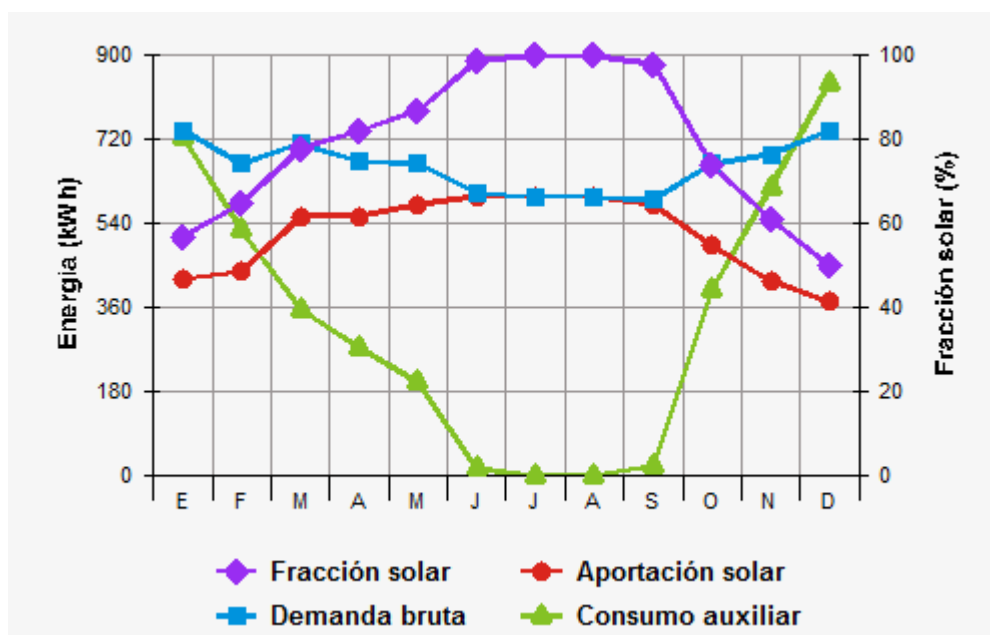
Dimensiones exteriores colector (mm)	1.753 x 2.294 x 87
Superficie de apertura (m2)	3,78
Superficie absorbente (m2)	3,76
Capacidad colector (litros)	2,8
Nº de colectores	2
Capacidad total circuito primario (litros)	18,1
Dimensiones depósito acumulador (mm)	Ø 570 x 1783
Volumen depósito acumulador (litros)	302
Peso (con soporte y sin agua) (kg)	158
Material acumulador	Acero esmaltado
Tipo de aislamiento	Poliol + Isocianato 30mm
Presión máxima de trabajo	8 bar
Conexión agua fría / agua caliente	3/4 "

Para la demanda de ACS y el cumplimiento de la exigencia en cuanto a la fracción solar aportada instalaremos un equipo Termosifónico de la marca BAXIROCA.

- ENERGÍA AUXILIAR.

Instalamos un termo eléctrico en serie con el equipo solar Termosifónico con una capacidad igual a la del depósito solar, 300 litros. Estará situado en el cuarto de limpieza: **Junkers, modelo HS 300.**

- RESULTADOS.



Fracción Solar (%)	78,00
Demanda neta (kWh)	7.520,00
Demanda bruta (kWh)	7.957,00
Aporte Solar (kWh)	6.209,00
Consumo auxiliar (kWh)	3.984,00
Reducción de emisiones de (kg de CO2)	2.173,00

A continuación se muestra un cuadro resumen de todos los tramos de nuestra instalación de agua caliente:

TRAMO	L (m)	Aparatos		$Q_{MÁX}$ (l/s)	K_i	Q_{REAL} (l/s)	V_{REAL} (m/s)	D_i (mm)	j_i (m.c.a./m)	ϕ (mm)
		Nº	Tipos							
A' - B'	0,6	1	1L	0,07	1,000	0,070	0,53	13,000	0,042	15 x 13
B' - 1'	6,5	2	2L	0,14	1,000	0,140	1,05	13,000	0,140	15 x 13
D' - C'	1,3	2	2D	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
C' - 1'	2,3	4	4D	0,40	0,577	0,231	1,15	16,000	0,125	18 x 16
1' - 2'	4,6	6	4D+2L	0,34	0,447	0,152	0,76	16,000	0,060	18 x 16
F' - E'	0,6	1	1L	0,07	1,000	0,070	0,53	13,000	0,042	15 x 13
E' - 2'	1,5	2	2L	0,14	1,000	0,140	0,70	16,000	0,052	18 x 16

donde:

L: Lavabo.

D: Ducha.

Las tuberías de ACS serán de cobre e irán calorifugadas con aislamiento de policloruro de vinilo según planos, empotradas o a través del falso techo.

7.5.5. Instalación.

La instalación general de suministro de agua será realizada por un instalador autorizado por la delegación Provincial de Industria.

Antes de iniciarse el funcionamiento de las instalaciones, el instalador procederá a realizar las pruebas de resistencia mecánica y de estanqueidad dando cuenta a la Delegación Provincial de Industria.

Si ésta no considera necesaria su presencia, facultará al instalador para que con el propietario realice las pruebas. Efectuadas las mismas, se procederá a levantar el certificado del resultado que deberá ser suscrito por la Dirección facultativa y el instalador.

Todos los elementos y accesorios que componen la instalación serán objetos de las pruebas reglamentarias.

7.5.6. Diámetros de las llaves de paso.

El diámetro de las llaves de paso será el mismo que el del tramo donde se encuentren colocadas.

7.6. Saneamientos.

7.6.1. Introducción.

Nuestra planta de reciclaje de vidrio dispone de una red general de evacuación perteneciente al centro penitenciario del que forma parte. Dicha red general transcurre en la zona del exterior del almacén de materia prima.

La red de evacuación de aguas pluviales existe (ver plano 10), nave existente, por lo que únicamente tendremos que calcular la red de saneamiento de aguas residuales.

Dicho lo cual proyectaremos únicamente la red de saneamiento de aguas residuales, de manera separada, sistema separativo, a la red de pluviales existente, y la haremos llegar a la arqueta “Q” que es donde se juntarán con dirección a la red general.

Para el cálculo de la instalación de la red de saneamiento se ha utilizado el método de las unidades de descarga (UD) a cada aparato sanitario, en este caso lo consideramos de uso privado. Podremos ver todas las características de nuestra instalación en los planos **nº 9 y 10 Saneamientos I: Aguas residuales y Saneamientos II: aguas pluviales, respectivamente.**

Nuestra instalación utilizará un sistema de saneamiento separativo de aguas, es decir, comprende dos canalizaciones de las cuales una de ellas recoge el agua procedente de la lluvia (existente), y la otra recoge las aguas residuales procedentes del uso interno de nuestra planta.

La conexión de ambas se realizará mediante una arqueta (arqueta Q) de la que, la suma de las dos aguas, residuales y pluviales, partirán para la red general del centro.

Los elementos principales de nuestra instalación la componen las derivaciones de los aparatos sanitarios, colectores horizontales y botes sifónicos, que serán de policloruro de vinilo (P.V.C), y las arquetas que estarán compuestas de los materiales que la Norma requiera para cada clase de arqueta.

Aunque la red de saneamiento de aguas pluviales no sea objeto del proyecto al estar operativa, la incluiremos en el proyecto de manera descriptiva, ya que la de aguas residuales en la arqueta “Q” (existente) se junta con la de pluviales.

7.6.2. Normativas de aplicación.

Aplicamos la sección de “Evacuación de Aguas” según CTE, DB HS 5.

7.6.3. Evacuación de Aguas residuales.

Dentro de las aguas residuales podemos distinguir dos tipos de agua, las aguas negras que son aquellas que arrastran materias sólidas o heces, y las aguas usadas que son las que no contienen materias fecales (procedentes de lavabos, duchas, etc.)

Nuestra instalación de aguas negras está formada por 8 inodoros, 4 entre los dos vestuarios y 4 entre las demás instalaciones; y la instalación de aguas usadas estará formada por 2 urinarios, 8 lavabos, 4 duchas y 2 fuentes.

7.6.3.1. Derivaciones y sifones individuales.

En la siguiente tabla mostramos el resultado del cálculo de todas las derivaciones y sifones individuales. Todas ellas con una pendiente del 2% y como señalamos anteriormente considerando la instalación de uso privado.

DIÁMETRO SIFÓN Y DERIVACIÓN INDIVIDUAL							
Derivación	Aparato	U.D.	Diámetro (mm ²)	Derivación	Aparato	U.D.	Diámetro (mm ²)
d1	Lavabo (L1)	1	32	d12	Ducha (D2)	2	40
d2	Lavabo (L2)	1	32	d13	Ducha (D3)	2	40
d3	Inodoro (R1)	4	100	d14	Ducha (D4)	2	40
d4	Inodoro (R2)	4	100	d15	Lavabo (L5)	1	32
d5	Lavabo (L3)	1	32	d16	Lavabo (L6)	1	32
d6	Lavabo (L4)	1	32	d17	Urinario (U1)	2	40
d7	Inodoro (R3)	4	100	d18	Urinario (U2)	2	40
d8	Inodoro (R4)	4	100	d19	Lavabo (L7)	1	32
d9	Inodoro (R5)	4	100	d20	Lavabo (L8)	1	32
d10	Inodoro (R6)	4	100	d21	Inodoro (R7)	4	100
d11	Ducha (D1)	2	40	d22	Inodoro (R8)	4	100

Como podemos observar en los planos las derivaciones individuales de los aparatos, desembocan en “botes sinfónicos (SX)” (Lavabos, Duchas y Urinarios) o bien en “arquetas” (Inodoros).

7.6.3.2. Derivaciones del colector.

En la siguiente tabla mostramos el resultado del cálculo de todas las derivaciones del colector. Todas ellas con una pendiente del 2% y como señalamos anteriormente considerando las instalación de uso privado.

Importante tener en cuenta que el diámetro de las conducciones no debe ser menor que el de los tramos situados aguas arriba.

DERIVACIONES COLECTOR				
Ramal Colector	Aparatos	UD _i	UD _{TOT}	Diámetro (mm ²)
S1-F	Lavabo (L1)	1	2	40
	Lavabo (L2)	1		
A-B	Inodoro (R1)	4	8	100
	Inodoro (R2)	4		
B-C	Inodoro (R1)	4	8	100
	Inodoro (R2)	4		
C-D	Inodoro (R1)	4	8	100
	Inodoro (R2)	4		
S2-E	Lavabo (L3)	1	2	40
	Lavabo (L4)	1		
E-F	Lavabo (L3)	1	2	100
	Lavabo (L4)	1		
G-H	Inodoro (R3)	4	8	100
	Inodoro (R5)	4		
S3-H	Ducha (D1)	2	4	50
	Ducha (D3)	2		
H-D	Inodoro (R3)	4	12	75
	Inodoro (R5)	4		
	Ducha (D1)	2		
	Ducha (D3)	2		
I-J	Inodoro (R4)	4	8	100
	Inodoro (R6)	4		
S4-J	Ducha (D2)	2	4	50
	Ducha (D4)	2		
J-K	Inodoro (R4)	4	12	75
	Inodoro (R6)	4		
	Ducha (D2)	2		
	Ducha (D4)	2		
S5-L	Lavabo (L5)	1	2	40
	Lavabo (L6)	1		
L-M	Lavabo (L5)	1	2	40
	Lavabo (L6)	1		
S6-M	Urinario (U1)	2	4	50
	Urinario (U1)	2		
M-N	Lavabo (L5)	1	6	50
	Lavabo (L6)	1		
	Urinario (U1)	2		
	Urinario (U1)	2		
S7-Ñ	Lavabo (L7)	1	2	40
	Lavabo (L8)	1		
O-P	Inodoro (R3)	4	8	100
	Inodoro (R5)	4		

7.6.3.3. Colectores.

En la siguiente tabla mostraremos el resultado del cálculo de todos los colectores, tomando para todos ellos una pendiente del 2 %.

Colector	Aparatos	UD _{TOT}	Diámetro (mm ²)
F-D	4L	4	100
D-K	4L+4R+2D	24	100
K-N	4L+6R+4D	36	100
N-Ñ	6L+6R+4D+2U	42	100
Ñ-P	8L+6R+4D+2U	44	100
P-Q	8L+8R+4D+2U	48	100

NOTA: Los colectores con un diámetro menor a 100 mm, pasarán a tener un diámetro de 100 mm, ya que el diámetro mínimo de salida de las arquetas es de este valor. Nuestra tabla de datos ya está actualizada a tales modificaciones.

7.6.3.4. Arquetas.

Llegamos a la elección de colocar arquetas de 40 x 40 cm para los colectores de 100, que es la única medida que tenemos.

7.6.4. Evacuación de Aguas Pluviales.

La red de evacuación de Aguas Pluviales es una instalación que no es objeto del proyecto, ya que la nave existente dispone de ella. No obstante describimos a continuación.

7.6.4.1. Bajantes de Aguas Pluviales.

Bajante de 90 mm², un total de seis, tres por cada ala de la cubierta. (Ver plano).

7.6.4.2. Canalón.

Canalón de 125 mm² de diámetro, uno por cada lado de la dimensión larga de la planta.

7.6.4.3. Colectores de Aguas Pluviales.

Colectores de 150 mm² con pendiente del 2 % que enlaza cada bajante con el colector transversal que recoge las aguas pluviales del terreno, terreno que está en pendiente y a través de arqueta sumidero recoge el agua.

En el colector transversal, de 200 mm², se deposita las aguas pluviales recogidas tanto por el terreno como por la cubierta a través los canalones y bajantes, y son llevadas a la arqueta “Q” donde se juntará con las residuales directamente al colector principal.

7.6.4.4. Arquetas.

Arquetas de 50 x 50 cm.

NOTA: Todas las arquetas irán unidas entre sí mediante el colector de 200 mm, siendo las dimensiones de cada arqueta de 50 x 50 cm, salvo la última que es donde se une con las aguas residuales en la arqueta “Q” (existente) de 70 x 70 cm.

7.7. Instalación de protección contra incendios.

7.7.1. Normativa de aplicación.

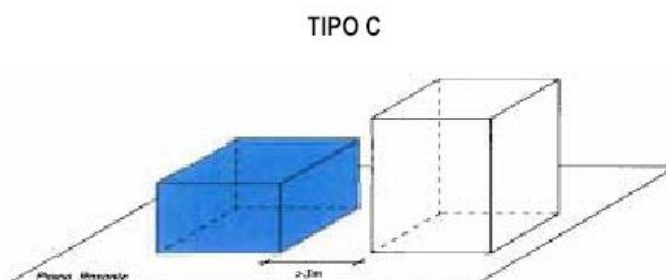
Nuestra planta de reciclaje de vidrio se encuadra dentro de los establecimientos industriales, los cuales tienen una normativa particular en cuanto a la protección contra incendios, R.D. 2267/2004, de 3 de Diciembre, REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

Dentro de nuestra nave se diferencian dos usos diferenciados, uso administrativo y uso de producción. Dependiendo de la superficie que ocupe el uso administrativo aplicaremos a este sector el CTE DB SI o el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. En el artículo 3, Compatibilidad Reglamentación, del RSCI, nos limita en 250 m² la superficie de uso administrativo, a partir de la cual se puede aplicar ambas reglamentaciones por separado para cada sector, en nuestro caso la superficie de uso administrativo es inferior a ese límite, por lo que aplicaremos el RSCI en todos los sectores.

7.7.2. Caracterización de la planta.

Tras haber realizado el oportuno estudio del grado de riesgo del local en cuestión, según el RSCI y su guía técnica, publicada por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, nuestra planta se caracteriza por:

- **TIPO C**, ocupa totalmente un edificio y está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.



Recordemos que nuestra planta de reciclaje pertenece a un conjunto o complejo, pero cumple con estos requisitos para catalogarlo de este tipo.

- El **nivel de riesgo intrínseco**, hemos seguido el procedimiento recogido en el Anexo I del RSCI. Dentro de nuestro establecimiento industrial hay un solo sector de incendio de Tipo C, el cual estará comprendido por la totalidad de la nave.

Como podemos ver en el anexo de cálculo obtenemos una densidad de carga de fuego:

$$Q_s = 371,20 \text{ MJ/m}^2$$

Por tanto dicha carga está situada por debajo de 425 MJ/m^2 , hace que nuestro sector de incendios sea:

NIVEL DE RIESGO INTRÍSECO BAJO, NIVEL 1.

7.7.3. Requisitos constructivos.

Se corresponde con la Protección Pasiva Contra Incendios, tiene como función prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

Como el punto de partida de nuestro proyecto es la existencia de una nave que adaptaremos a planta de reciclaje de vidrio, los requisitos constructivos debemos de comprobarlos ya que en sus inicios la nave fue proyectada con la anterior normativa de protección contra incendios NBE-CPI/96.

En el anexo de cálculo correspondiente podemos comprobar el cumplimiento de estos requisitos.

- Fachadas accesibles.
- Superficie construida.
- Materiales.
- Elementos constructivos portantes y de cerramientos.

7.7.4. Evacuación.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de nuestra planta de reciclaje de vidrio, como se puede ver en anexo correspondiente, se determinará su ocupación, P, deducida de la siguiente expresión, teniendo en cuenta que las personas que ocupan nuestro sector de incendio es menor de 100, concretamente 19, obtenemos una ocupación de P, de 20 personas.

En el anexo correspondiente vemos el cálculo y cumplimiento según RSCI de lo relativo a:

- Salida y recorridos.
- Señalización.

Comprobando que nuestra planta cumple.

7.7.5. Ventilación.

Según la caracterización de nuestra planta, TIPO C y el nivel de riesgo intrínseco, bajo, el RSCI no nos exige ningún tipo de ventilación forzada, aún así disponemos en cubierta de extractores ya existentes.

7.7.6. Instalaciones.

La Protección Activa Contra Incendios tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por tanto facilitar la evacuación.

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio, en nuestro caso:

Tipo: C

Nivel de riesgo intrínseco: BAJO NIVEL 1

Superficie: 801,58 m².

- **No hará falta la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios** debido a que a pesar de ser “Tipo C”, es nivel de riesgo

“bajo”, y el RSCI en su Anexo III, punto 3.1, no contempla sistema automático alguno para estas características.

- Se instalará **sistemas manuales de alarma de incendio** en los sectores de incendio. La instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.
- **Sistema de comunicación de alarmas**, no será necesario instalar un sistema de comunicación de alarma al ser la superficie inferior a 10.000 m². No obstante se instalará una sirena que se activará cuando sea active el pulsador, y emitirá una señal acústica.
- Sistemas de **hidrantes exteriores**, no será necesario instalar. No obstante existen hidrantes repartidos alrededor de la planta, perteneciente al complejo penitenciario y diseñado para cubrir la planta en sus inicios.
- **Extintores de incendios portátiles**. Se instalarán extintores de protección contra incendios, de eficacia característica mínima 21A-113B, de tal manera que el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m, es por ese motivo estarán en sitios estratégicos para su fácil visión y utilización. Serán de Polvo Polivalente de 6 kg todos los extintores menos uno, el cual estará situado cerca de los cuadros de mando y protección principales de la nave industrial y que será de CO₂ de 5kg.

Su localización queda reflejada en el plano de “Protección contra Incendios” número 11.

- **Bocas de Incendios Equipadas**. Según RSCI en su Anexo III, punto 9, no es necesaria la instalación de sistema de bocas de incendios equipadas, por la configuración del edificio y el nivel de riesgo intrínseco.

No obstante, y no es objeto del proyecto, ya existen 2 bocas de incendios equipadas de 25 mm, una en la zona de producción y otra en acceso por puerta principal a oficina. Es una red existente que se abastece del aljibe del complejo penitenciario reservado para protección contra incendios. Red independiente desde la sala hídrica del centro. La respetaremos en el lugar donde están ya que con ellas sobrepasamos la exigencia del reglamento.

7.8. Alumbrado de Emergencia.

Según RSCI en su Anexo III, punto 16, no es necesaria la instalación de este sistema, por la configuración del edificio y el nivel de riesgo intrínseco.

Aun así dotaremos a cada estancia de luminarias con sistema de abastecimiento autónomo que hagan cumplir como si hubiera una ocupación P mayor de 25.

El sistema irá integrado en las propias luminarias calculadas en el apartado de iluminación con equipo autónomo según normativa en caso de corte eléctrico. Una por cada estancia, Hall de entrada y alguna distribuida por la zona de producción.

7.9. Climatización.

7.9.1. Introducción.

En primer lugar, en nuestra planta de reciclaje de vidrio climatizaremos únicamente las estancias de uso administrativo: oficinas, oficina de dirección, sala de juntas y oficina del Jefe Taller.

El proyecto de una instalación de climatización tiene como primera fase determinar las cargas térmicas en las zonas a acondicionar.

El análisis de la carga térmica se simplifica agrupando las fuentes de calor en dos categorías: las externas y las internas.

Entra las cargas externas, se incluyen el calor conducido a través de cerramiento (conducción), el solar (radiación) y la carga constituida por el aire exterior procedente de la ventilación o de la infiltración.

El punto de partida para el cálculo de dichas cargas o potencias, consiste en fijar las condiciones exteriores límites y las condiciones interiores que deben corresponder a las condiciones del proyecto.

Fijadas estas condiciones, hay que conocer las condiciones constructivas del edificio, materiales, distribución, orientación solar, etc.

Toda pared, sea muro o cristal, que separa dos ambientes que están en distintas condiciones, permite el paso de calor del ambiente más caliente al más frío. Dicho flujo de calor depende de las temperaturas, áreas de las paredes y coeficientes de transmisión de las mismas.

La transmisión, da lugar a que en verano exista una ganancia por radiación solar directa sobre los cristales y los cerramientos.

Existe mucha información que permite calcular cual es esta radiación en función de la orientación de la fachada, de la hora solar y del tipo de cristales que se utilicen.

También interesa conocer cuál es la actividad que se va a realizar en el local a climatizar, número de ocupantes y las cargas internas debida a máquinas y luminarias.

Los ocupantes, por su proceso metabólico, van a producir calor, con un aporte de humedad que es necesario tener en cuenta.

El calor ganado por transmisión, radiación y el aportado por las personas, así como los aportes de iluminación, maquinaria...etc. recibe el nombre de calor sensible ya que afecta fundamentalmente a la temperatura seca, en contraposición a la humedad introducida fundamentalmente por los ocupantes que se llama calor latente, por tanto hay distinguir entre calor latente y calor sensible.

Finalmente, hay que tener presente la ventilación, es decir, la renovación de aire, esto implica un número importante para la carga.

Para garantizar unas buenas condiciones de confort e higiene, una parte de aire interior es expulsado al exterior y sustituido por aire exterior. Es evidente

que esta sustitución da lugar a una introducción de humedad y de calor sensible. Por tanto estas ganancias de calor sensible y latente debidas a la ventilación deben ser tenidas en cuenta en el cálculo de cargas térmicas.

La cantidad de aire de renovación (ventilación) es función específica de los ocupantes, de su actividad, así como el volumen del local a acondicionar.

A veces también es preciso tener en cuenta la posibilidad de infiltraciones del aire exterior, ya que ellas dan lugar a un factor importante en las cargas frigoríficas.

7.9.2. Normativa de aplicación.

La normativa aplicable en cuanto al acondicionamiento de los espacios, calefacción y refrigeración, son:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.
- Código Técnico de la Edificación, CTE, en su documento básico DB HE, “Ahorro de energía”.

7.9.3. Condiciones de cálculo.

Hacer mención de manera descriptiva las condiciones de cálculo necesario para poder hacer los cálculos de cargas.

Se denominan condiciones del proyecto las que tomamos como fijas y constantes a lo largo del mismo. Lógicamente, el proyecto se aplica a un local situado en un lugar geográfico determinado; así, tendremos que:

Localidad	Sevilla
Temperatura exterior (°C)	42
Humedad relativa exterior (%)	35
Variación diaria de temperatura (°C)	19

Para mantener el clima de bienestar o confort en el interior de cada estancia a acondicionar, se necesita que haya unos determinados valores de temperatura y humedad relativa. En general, se considera que hay un buen ambiente confortable cuando la temperatura interior es de 24 a 26 °C y la humedad relativa entre el 50 y el 60 %. Para nuestro proyecto tomaremos unos valores interiores de temperatura y humedad relativa, para las oficinas, dirección, sala de juntas y oficina del jefe taller, de 25 °C y 50 % respectivamente.

El cálculo de la carga térmica varía según las diferentes horas del día. Tomaremos como base de cálculo el día más desfavorable según base de datos 23 de Julio a las 15 horas.

7.9.4. Cuadros de cargas y maquinarias de las dependencias.

	Oficinas	Oficina Jefe Taller	Oficina Dirección	Sala de Juntas
Carga sensible efectiva total (kcal/h)	3.347,43	1.750,27	2.887,18	3.047,43
Carga latente efectiva total (kcal/h)	549,41	550,00	183,13	1.098,90
Carga efectiva total (kcal/h)	3.396,84	2.300,28	3.070,31	4.146,33

El sistema elegido para todas las estancias climatizadas son del tipo equipos autónomos, bomba de calor, es decir, máquinas que sirven tanto para refrigeración como para calefacción.

Tendremos un total de 3 sistemas:

- **SISTEMA 1:** Equipo Autónomos, bomba de calor, 2 x 1. Sistema que climatizará tanto a la sala de “Oficina de Dirección” como a la que está contigua, “Oficinas”. Una unida exterior con dos unidades interiores.

Por tanto tenemos que seleccionar una máquina de este tipo, que cubra las necesidades térmicas, que serán la suma de las cargas térmicas de las dos salas que cubre el sistema.

Elegimos una máquina Bomba de Calor, 2 x 1, de 6.500 frig/h en frío y 7.600 kcal/h en calor. Es tipo SPLIT INVERTER, marca DAIKIN, unidad exterior 2MXS50H y dos unidades interiores iguales de pared FTXS-35K.

- **SISTEMA 2:** Equipo Autónomo, bomba de calor, 1 x 1. Sistema que climatizará la “Sala de Juntas”. Dos unidades, una interior y otra exterior.

Por tanto tenemos que seleccionar una máquina de este tipo, que cubra las necesidades térmicas de la Sala de Juntas, 4.146,33 frigorías.

Elegimos una máquina Bomba de Calor, 1 x 1, de 4.300 frig/h en frío y 4.730 kcal/h en calor. Es tipo CASSETE INVERTER, marca SAUNIER DUVAL modelo SDH 17-050 NK.

- **SISTEMA 3:** Equipo Autónomo, bomba de calor, 1 x 1. Sistema que climatizará la “Oficina Jefe Taller”. Dos unidades, una interior y otra exterior.

Por tanto tenemos que seleccionar una máquina de este tipo, que cubra las necesidades térmicas de la Oficina del Jefe Taller, 2.300,28 frigorías.

Elegimos una máquina Bomba de Calor, 1 x 1, de 3.000 frig/h en frío y 3.400 kcal/h en calor. Es tipo SPLIT, marca SAUNIER DUVAL modelo SDH 17-035 NW.

8. Estudio de seguridad y salud.

Este estudio se redacta con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en la normativa vigente en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en especial a lo recogido en el REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En el Artículo 4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

1. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
2. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
4. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

La finalidad del mismo es recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra, así como a los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento.

En aplicación al estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el contratista o Constructor principal de la obra quedará obligado a elaborar un plan de Seguridad e Higiene en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en este estudio.

Por lo expuesto, los objetivos los definimos según los siguientes apartados, cuyo ordinal es indiferente al considerarlos todos de un mismo rango:

- 1º) Conocer el proyecto y en coordinación con su autor, definir la tecnología más adecuada para la realización de la obra, con el fin de conocer los posibles riesgos de su construcción.
- 2º) Analizar las disposiciones mínimas relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- 3º) Definir todos los riesgos detectables que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
- 4º) Diseñar las líneas preventivas según una determinada metodología a seguir e implantar durante el proceso de construcción.

9. Impacto medioambiental.

La industria a proyectar (planta de reciclaje de vidrio), al estar incluida en el anexo II del Real Decreto 1130/88 de 30 de Septiembre, requerirá un informe ambiental. Se entiende por tal, a la valoración por el órgano medioambiental competente de las medidas de protección propuesta y adecuadamente a Normativa ambiental en vigor.

Se identificarán los impactos más importantes, con descripciones cualitativas y su finalidad más destacada será el servir como indicador de la incidencia ambiental que a continuación ocasiona, sin mayores pretensiones.

A estos fines, el autor del proyecto deberá justificar expresamente el cumplimiento de la Normativa ambiental vigente que corresponda, incluyendo, en cualquier caso, datos suficientes que permitan la redacción del informe competente.

1.- La presencia de dicha industria dentro de un complejo penitenciario ya existente. Por lo tanto, se supone la existencia de un estudio del impacto medio ambiental sobre el mismo. En todo caso se han redactado cuidadosamente las especificaciones urbanísticas con el fin de mantener constante la topología de las edificaciones en el complejo, y se han añadido componentes de diseño para minimizar los impactos visuales de las instalaciones.

2.- Según el Reglamento de actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, la presente industria:

- No se considera insalubre, ya que no da lugar a evacuación de productos que puedan resultar directa o indirectamente perjudiciales para la salud.
- No se considera nociva, ya que, no evacua productos que puedan ocasionar daños a la riqueza agrícola, forestal, pecuaria o piscícola.
- No se considera peligrosa ya que no fabrica, manipula, expide o almacena productos susceptibles de originar riesgos graves de explosiones, combustiones o radiaciones. En todo caso, en epígrafes específicos de la presente memoria se describen y justifican las medidas a adoptar en caso de incendio así como los recorridos de evacuación a seguir. El respecto de las distancias a linderos tanto públicos como privados asegura la no afección de instalaciones anejas.
- Se puede considerar una industria molesta ya que puede producir ruido pero a la vista de la maquinaria instalada, no se alcanzan niveles altos de incomodidad. La ubicación en zona alejada de población y dentro de centro penitenciario hace que las posibles producciones de ruido no afecten, en ningún caso a zonas residenciales o recreativas.

3.- La industria (nave industrial para el reciclaje de vidrio). No aparece clasificada dentro de las actividades del R.A.M.I.N.P.

Por tanto, teniendo en cuenta las premisas anteriores, se considera que dicha industria objeto del proyecto no afecta al medio perceptual (elementos paisajísticos singulares y vistas panorámicas) o al medio natural (calidad del agua y del aire), habiéndose tomado las medidas oportunas para paliar los efectos enunciados según se ha descrito con anterioridad.

10. Normativa aplicada.

Se detalla en cada una de las instalaciones en apartado independiente en los anejos de cálculos y en la memoria descriptiva y justificativa.

11. Bibliografía consultada.

La bibliografía consultada es la siguiente:

- Apuntes de clase, de las diferentes asignaturas.

- Libro de Luis Jesús Arizmendi Barnes para el Cálculo y Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificio.
- Documentos publicados en www.ingenierosindustriales.com
- Código Técnico en la Edificación CTE.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Catálogo de THISA “cobre, bronce, latón” Abril 2015.
- Catálogo PHILIPS alumbrado 2015.
- Guía de interpretación de las Curvas de Disparos de Schneider Electric.
- UNE20315: Base de toma de corriente. Asociación de fabricantes de material eléctrico.
- Catálogo DAIKIN 2015.
- Catálogo SAUNIER DUVAL 2015.
- BAXI ROCA, catálogo equipos solares 2015.
- Catálogo ABB 2015.
- www.acae.es
- Diversas web y foros de internet.

Pedro Rodríguez Fernández
PFC Ingeniería Industrial Plan 98

Septiembre de 2015