

---

# SISTEMA DE RECOGIDA NEUMATICA DE R.S.U.

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### ÍNDICE

1. OBJETO.....	2
2. PETICIONARIO .....	3
3. AUTOR DEL PROYECTO .....	4
4. DATOS DE PARTIDA .....	5
5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	6
6. DIFERENCIACIÓN Y VENTAJAS DEL SISTEMA.....	7
7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE RECOGIDA AUTOMÁTICA .....	9
8. FUNCIONAMIENTO Y SISTEMA DE CONTROL.....	24
8.1. <i>Recogida Automática por horario</i> .....	24
8.2. <i>Recogida automática por niveles de llenado</i> .....	25
8.3. <i>Sistema de Control</i> .....	26
9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES .....	28
9.1. <i>Obra Civil</i> .....	28
9.2. <i>Estructura</i> .....	28
9.3. <i>Cimentación</i> .....	29
9.4. <i>Implantación</i> .....	30
9.5. <i>Saneamiento y fontanería</i> .....	32
9.6. <i>Instalación cotraincendios</i> .....	34
9.7. <i>Instalación de aire comprimido</i> .....	35
9.8. <i>Instalación eléctrica</i> .....	35

## 1. OBJETO

El objeto del presente proyecto consiste en la definición de las instalaciones mecánicas del Sistema de Recogida Automática de Residuos Urbanos (R.S.U.) en el sector SUNP-AE-01 en Sevilla, incluyendo tanto el diseño de la red general de tuberías como el de la Central de Recogida, así como la evaluación económica de las instalaciones mecánicas.

La presente solución supone una mejora sustancial en la Recogida de Residuos Urbanos frente al sistema tradicional, ofreciendo una alternativa perfectamente integrada paisajística y urbanísticamente, y permitiendo optimizar el proceso de recogida selectiva.

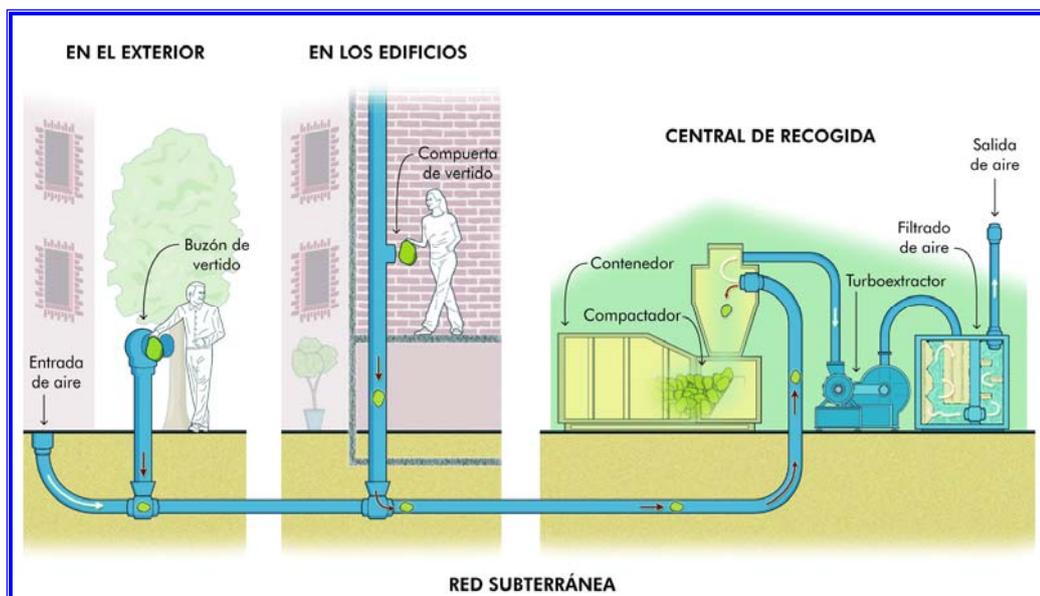
Considerando las condiciones geográficas del ámbito de actuación, tipología de calles, tipo de urbanismo, densidad de población y nivel socio económico de la población, se puede afirmar que la instalación de un Sistema de Recogida Automática de R.S.U. resultaría notablemente beneficiosa desde el punto de vista económico, medioambiental e higiénico.

El Sistema de Recogida Automática de R.S.U. comprende 3 acciones fundamentales, las cuales llevan implícitas instalaciones y elementos urbanísticos paralelos:

Introducción de la basura, a cualquier hora, por parte del usuario en los distintos puntos de vertido. Estos podrán estar situados en la vía pública, de forma estratégica, o bien en el interior de los edificios de nueva construcción, intentando siempre reducir las distancias que han de recorrer los usuarios.

Transporte de dichos residuos, mediante una potente corriente de aire, a través de la red general, la cual discurre bajo el suelo, y conecta los buzones de vertido con el lugar de recepción de los mismos, es decir, el edificio de la Central de Recogida.

Recepción de los residuos en la Central de Recogida, donde se introducen directamente en contenedores cerrados y diferentes para cada una de las fracciones contempladas en el proceso selectivo. Los contenedores, una vez llenos, se transportan a la planta de tratamiento o planta de transferencia, con una frecuencia estipulada, ajustada en función de la cantidad media recogida. El transporte se realiza mediante camiones tipo ampli-roll.



## 2. PETICIONARIO

El petionario del presente proyecto es la *Escuela Superior de Ingenieros*, como Proyecto de fin de carrera del alumno Enrique Peña Galán.

### 3. AUTOR DEL PROYECTO

El autor del presente proyecto es el alumno de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, ***Enrique Peña Galán***.

#### **4. DATOS DE PARTIDA**

Para la elaboración del presente proyecto se ha partido de los siguientes datos:

Cartografía actual de Sevilla.

PGOU de Sevilla.

Relación de viviendas por parcelas y uso y edificabilidad de las mismas.

Listado de números de la zona.

Todo este estudio ha sido realizado teniendo en cuenta los condicionantes que afectan a la implantación del sistema, de forma que el trazado de la red ha sido diseñado teniendo en cuenta su optimización económica.

Asimismo se han considerado los requerimientos de la zona sobre posibles ubicaciones de puntos de vertido, y se ha diseñado el trazado de forma que discurra principalmente por aquellas calles de fácil acceso para los usuarios.

## 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### Red de Tuberías y Red de Vertido

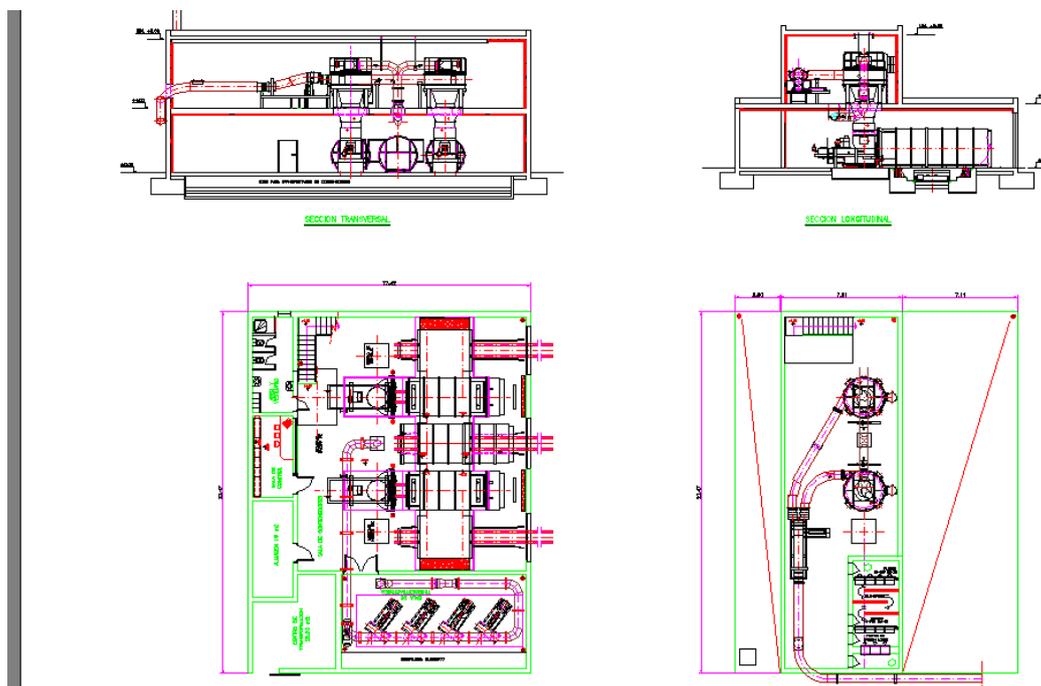
Para el cálculo del número de puntos de vertido necesarios se ha partido de las cifras existentes en cuanto a número de viviendas y habitantes. También se han tenido en cuenta los requerimientos para la recogida selectiva. Cada punto de vertido se calcula considerando la densidad de la basura, el número de residentes por vivienda y diversos factores más que determinan el carácter meramente aproximativo de este cálculo, siendo además el sistema flexible ampliando o reduciendo el número de recogidas diarias en casos puntuales. El sistema permite la recogida selectiva de 2 fracciones, en principio Orgánica-Reso y Envases.

Para cubrir el área se ha previsto instalar un total aproximado de 4.800 metros lineales de tubería de 500 mm de diámetro nominal, de diversos espesores, incluyendo los correspondientes equipamientos necesarios como registros de inspección, válvulas de aire, piezas para conexión de buzones, etc.

El trazado propuesto discurre en su mayor parte por las principales vías de la zona de estudio.

### Central de Recogida

Se plantea una Central de Recogida que permita la recogida selectiva de 2 fracciones.



El equipo propio de la Recogida Automática está integrado por los siguientes elementos principales:

- 1 válvula diversora.
- 3 contenedores cilíndricos de 25 m<sup>3</sup>.

- 4 turboextractores de 110 KW.
- 1 instalación de depuración del aire.
- 1 dispositivo de control de velocidad del aire.
- 1 instalación de aire comprimido.
- 1 panel central de control.

## 6. DIFERENCIACIÓN Y VENTAJAS DEL SISTEMA

La recogida y transporte de residuos mediante un Sistema de Recogida Automática, supone una solución tecnológicamente avanzada, con perfecta acreditación respecto a su funcionamiento, y que lleva implícitas una serie de evidentes ventajas, respecto a los sistemas tradicionales de recogida de basuras:

- Perfecta integración paisajística y urbanística de los diferentes elementos que constituyen el sistema.
- Convivencia armónica de los ciudadanos y usuarios con el sistema de eliminación de basura.
- Potenciación del nivel medio ambiental de la zona de actuación **por eliminación de:**
  - Presencia de vehículos recolectores en la zona.
  - Presencia de gases de combustión desprendidos por los mismos.
  - Ruido procedente de los vehículos de recogida.
  - Congestión de tráfico producido por dichos vehículos durante el proceso de recogida.
  - Derrame de basura a la vía pública durante el vuelco de contenedores en el proceso de recogida.
  - Posibilidad de accidentes laborales durante el proceso de recogida.
  - Presencia de contenedores de basura en la vía pública.
  - Presencia de desbordamientos de basura en dichos contenedores.
  - Necesidad de lavado y mantenimiento de los contenedores.
  - Posibilidad de accidentes urbanos provocados por la posibilidad de movimiento de los contenedores.
  - Presencia de olores procedentes de basura, tanto durante la operación de recogida de los mismos por parte del camión recolector, como durante su almacenaje en los contenedores.
  - Contacto visual o manual de los usuarios con la basura (vuelco de contenedores, rebuscadores, etc.).
  - Acumulaciones de basura en la vía pública o entorno a los contenedores, por ausencia de recogida, bien por motivos de tráfico impedido para el vehículo recolector, bien por posibles huelgas del colectivo de recogida.
  - Presencia de posibles roedores, insectos u otros agentes patógenos con motivo de éstas acumulaciones.

- Contribuye a la utilización racional del sistema de recogida de basuras, ante la imposibilidad de introducir en el mismo elementos no considerados como residuos domésticos, tales como enseres, televisores, etc., los cuales nunca deberían estar presentes en un sistema de recogida de residuos domésticos.
- Notable reducción de los costes de operación y mantenimiento, por Tm de basura recogida, respecto a los sistemas tradicionales de recogida, durante toda la vida útil de la instalación (más de 30 años).
- Posibilita la recogida selectiva de residuos.

## 7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE RECOGIDA AUTOMÁTICA

El sistema de recogida automática de basura definido en este proyecto abarca una zona residencial de Sevilla cuyas dimensiones en superficie son aproximadamente 400000 m<sup>2</sup>. Comprende desde las calles avenida de Emilio Lemos y ----- en eje norte sur y desde las calles avenida del Deporte y ----- en eje este oeste.

La zona residencial está compuesta de 2295 viviendas en régimen de protección oficial y 1705 viviendas en régimen de renta libre, lo que supone una población aproximada de 12000 habitantes.

Esto implica que el sistema de recogida selectiva adecuado a esta zona residencial debe disponer de tuberías de 400 a 500 mm de diámetro, capaces de transportar un volumen de basuras importante. Debido al gran volumen de basura que se debe recoger el sistema adecuado es a través de una única línea que recoja las diferentes fracciones a separar y sin ningún tratamiento previo de trituración.

### **Instalaciones.**

El sistema de recogida automática de basura está constituido por las siguientes partes principales:

\* **La central de recogida de basura.**

En la central de recogida, donde se depositan todas las basuras después del transporte neumático, están instalados todos los equipos que realizan y supervisan el proceso de recogida.

\* **Las tuberías de transporte de basura.**

Las tuberías de transporte de basura conectan la central de recogida con los lugares donde se origina la basura.

\* **Los buzones de vertido.**

Lugares de almacenaje de basura. Están conectados a la red de transporte por medio de un cilindro y una válvula de basura.

\* **Las válvulas de entrada de aire.**

Estas válvulas, situadas al extremo de cada ramal de la tubería de transporte de basura, regulan la entrada del aire de transporte.

### **Central de Recogida.**

En la Central están instalados todos los equipos que realizan y supervisan el proceso de recogida, estando constituido por los siguientes elementos principales:

\* **Turboextractores**

Los turboextractores crean una corriente de aire y una depresión adecuada dentro de las tuberías de transporte de basura.

Debido a la distancia máxima de transporte y al número de puntos de vertido, en la planta se colocarán 4 turboextractores conectados en serie, uno de ellos como unidad de reserva.



A través de acoplamientos flexibles, los turboextractores están accionados por motores eléctricos.

La capacidad conjunta es la siguiente:

- . Capacidad total de aspiración:.... 3 - 7 m<sup>3</sup>/segundo
- . Depresión:..... 15 - 25 kPa
- . Potencia absorbida:..... 440 Kw

\* **Motores eléctricos para turboextractores**

Los motores están montados horizontalmente sobre armazones antivibratorios de acero junto con los turboextractores.

Las características principales son las siguientes:

- . Potencia por motor:..... 110 Kw
- . Revoluciones:..... 3.000 rpm
- . Voltaje:..... 400 V. trifásico

\* **Ciclón de separación de basura**

En el ciclón de separación de cada fracción de basura, se realiza la separación primaria de la basura respecto del aire de transporte. El ciclón es una construcción estanca y sus dimensiones más importantes son las siguientes:

- . Altura:..... 4,5 metros
- . Diámetro:..... 2,5 metros



Esta construido en acero, y equipado con indicadores de nivel de basura. A través de una tolva de alimentación, su parte inferior está conectada al compactador de basura mediante un acoplamiento resistente a la depresión.

\* **Separador rotativo de basura**

El separador rotativo en el que se produce la separación secundaria, que separa las partículas finas de la basura del aire de transporte, está ubicado en la parte superior del ciclón de separación.

Está accionado por un motor eléctrico y un reductor de correa en forma de V.

Las características principales son las siguientes:

- . Velocidad de rotación:..... 600 rpm
- . Motor eléctrico:..... 7,5 Kw
- . Diámetro:..... 1,0 metro

\* **Compactador de basura**

El compactador de basura, situado por debajo de la tolva de alimentación del ciclón de separación, introduce y compacta la correspondiente fracción de basura en los contenedores.

El compactador, de tipo placa de compactación horizontal, funciona hidráulicamente. Está herméticamente cerrado para trabajar bajo depresión. Su parte superior está conectada a la tolva de alimentación del ciclón de separación, y una de sus partes laterales al contenedor de basura. Todas las conexiones están herméticamente cerradas y son resistentes a la depresión. El mecanismo de cierre entre el compactador y el contenedor se acciona automáticamente.



Las características principales son las siguientes:

- . Dimensión de la placa de compactación:..... 0,9 x 1,3 m.
- . Dimensión de la cámara de carga:..... 1,1 x 1,3 x 1.1 m.
- . Dimensión del compactador:..... 3,3 x 2,5 x 1,7 m.
- . Presión de compactación:..... 20 - 30 Tn
- . Equipo eléctrico:..... Motor de 11 KW

\* **Contenedores de basura**

Debido al volumen de basura que se debe recoger, es necesario instalar 4 contenedores de basura de 30 m<sup>3</sup>. De los cuales 2 serán de reserva.

Los contenedores son de acero. Están herméticamente cerrados y son resistentes a la depresión. En su parte inferior están equipados con una construcción de perfiles que facilita su carga/descarga sobre camión.



Las características principales son las siguientes:

- . Número de contenedores:..... 4 unidades
- . Volumen de cada contenedor:... 30 m<sup>3</sup>
- . Dimensiones:
  - Longitud :..... 4,0-6,3 m.
  - Altura :..... 2,2-2,6 m.
  - Anchura :..... 2,0-2,4 m.
- . Depresión máxima en el interior de los contenedores:..... 30 KPa

**\* Sistema de transporte interno de contenedores**

Durante el ciclo de recogida, uno de los contenedores es conectado a cada uno de los compactadores existentes en la central. Cuando un contenedor está lleno, se desconecta del compactador y es llevado por el sistema de transporte interno a un sitio libre de almacenamiento temporal. Después, otro contenedor vacío es llevado al sitio de carga y conectado al compactador. Los contenedores llenos son transportados por camiones al lugar de reciclado, donde se vacían. Los contenedores vaciados vuelven a la central de recogida, donde son almacenados en el sitio destinado a contenedores vacíos. Con la excepción del transporte sobre camión, todo el proceso de manejo de contenedores funciona automática o semiautomáticamente.

El sistema de transporte interno de contenedores consiste en un carro, accionado por un motor eléctrico, que se mueve sobre rieles. Los contenedores son transportados en una dirección u otra. Dispositivos de parada automática determinan el lugar donde los contenedores deben ser almacenados. Puentes de carga facilitan la carga/descarga (de tipo "roll on - roll off") de los contenedores sobre camión.

El carro estará accionado por un motor eléctrico de 1,5 Kw.

**\* Instalación de depuración del aire de transporte**

Antes de ser expulsado a la atmósfera, es necesaria una depuración terciaria del aire de transporte. Según lo mencionado anteriormente, una separación primaria fue efectuada en el ciclón de separación, y otra secundaria en el separador rotativo.

La instalación de depuración esta constituida por filtros de tela sintética (tipo "cassette") para filtración en seco. La depuración se efectúa a la salida del aire de transporte de los turboextractores.



Las características principales son las siguientes:

Cantidad, aire de transporte: ..... 3 - 7 m<sup>3</sup>/segundo.

Eficiencia de depuración: ..... Mínimo 99,9%

Antes de ser expulsado al aire depurado pasará por el silenciador de placas que incorpora el edificio.

\* **Dispositivo de control de la velocidad de aire**

El dispositivo está constituido por una válvula de regulación, un tubo Pitot, instrumentos que miden la depresión, etc. Estos equipos controlan automáticamente la velocidad del aire de transporte dentro de las tuberías de transporte de basura.



\* **Instalación de aire comprimido**

Todas las válvulas de basura y de aire de transporte, situadas a lo largo de la red de tuberías de transporte, son accionadas por aire comprimido. El aire comprimido es generado en la central de recogida y distribuido en tubos que van colocados en paralelo con la tubería de transporte de basura. El aire comprimido es generado en un compresor de doble paso, equipado con volante y dispositivo automático de arranque/parada. La presión normal de trabajo es de 10 Kp/cm<sup>2</sup>. El volumen del tanque de almacenamiento de aire comprimido es de unos 250 litros.



Antes de su distribución a las válvulas de basura y de aire de transporte, el aire comprimido es depurado por los siguientes equipos:

- Pos-enfriador, refrigerado por ventiladores eléctricos.
- Filtro de eliminación de aceite.
- Secador automático por absorción, equipado con dos torres de secado y generador de aire purificado.

El compresor de aire es accionado por un motor eléctrico de 11 KW.

#### \* **Válvula Diversora**

Es el elemento mecánico que se encargará de posicionar el recorrido de la tubería de basura a utilizar hasta el ciclón separador que corresponda.

Es un elemento lo suficientemente pesado y grande que ha de ser montado antes que la cubierta del edificio se encuentre ejecutada para su introducción.



Su operatividad es realizada por cilindros neumáticos, existiendo dos movimientos, uno de giro y otro de acople. Cada uno de estos movimientos se realizará por medio de cilindros activados por medio de válvulas electroneumáticas.

El bastidor de dicha válvula se tendrá que suplementar con una estructura metálica para absorber cualquier tipo de holgura entre el eje de la entrada de la tubería al ciclón y el eje de la salida del entronque de la válvula diversora.

**\* Válvulas antirretorno**

También llamadas válvulas de cierre, siendo su función que la corriente de aire de transporte en dirección a la sala de filtros, no lleve el sentido inverso al que corresponde.

Dichas válvulas son registrables y desmontables.

Además se sitúa una válvula antirretorno por cada turboextractor.

**\* Válvulas de Seccionamiento en la central de recogida**

Se sitúan a la salida del aire de cada ciclón. Su funcionamiento es también neumático, y funcionando en sintonía con la válvula diversora. Cuando la válvula diversora mande a la basura a un determinado contenedor, la válvula de seccionamiento de esa fracción ha de encontrarse abierta.

Estas válvulas aíslan las fracciones del resto de la red, con el fin de evitar pérdidas por presión durante el proceso de recogida. El elemento de cierre de la válvula es accionado por cilindro neumático. La válvula es controlada por el sistema de control en la central de recogida.

**\* Tubería de transporte de basura de entrada a la central**

Es una única tubería por donde se transportan los diferentes tipos de fracciones a clasificar.

La tubería de entrada de transporte de basura es de acero al carbono. Todas las uniones son soldadas.

La tubería de entrada a la central va apoyada a la pared del edificio.

Durante los ciclos de transporte neumático, la depresión dentro de la tubería de entrada es como máximo 50 kPa, y la velocidad del aire oscila entre 15 y 25 m/s, dependiendo de las pérdidas de carga existentes.



En su parte interior, la tubería de transporte está expuesta a desgaste por abrasión, causado por la basura. Debido a la composición heterogénea de las basuras, los factores de abrasión se han determinado empíricamente. En líneas generales, el factor de abrasión aumenta proporcionalmente al incremento de la velocidad del aire de transporte al cuadrado.

Los componentes principales de la tubería de entrada son los siguientes:

- **Tubos rectos.**

Tubos de soldadura espiral o longitudinal, de calidad DIN St. 37-2, o según norma Sueca SIS 1312, o ASTM A 135 Grade A.

- Diámetro interior:..... 500 mm.
- Espesor de pared:..... De 5 a 20 mm.
- Tratamiento de superficie exterior: Chorro de arena SA 2 1/2, y pintura de color verde RAL 6001.

- **Otras piezas y conexiones.**

Diferentes piezas y conexiones (registro de inspección, brida de aislamiento a la entrada de la central, apoyos de la tubería, etc), serán fabricadas en acero al carbono, St. 37.2.

- \* **Cables eléctricos**

Cables eléctricos para la transmisión de señales electrónicas entre la central de recogida y todas las válvulas de basura y de aire. Los cables se instalan por debajo del cuadro eléctrico principal hacia el exterior, extendiéndose a lo largo de la red de tuberías de transporte.

Los cables son multipolares, y el número de conductores varía entre 10 y 40, siendo la sección de cada conductor de 0,75 mm<sup>2</sup>. Ver memoria eléctrica.

Todos los cables se instalan dentro de tubos de plástico de protección.

- \* **Tubos para aire comprimido.**

Los tubos de aire comprimido conectan el compresor de aire de la central de recogida con todas las válvulas de basura y de aire. Partirán de la sala de compresores para dar servicio a toda la red.

Los tubos están diseñados para una presión de trabajo de 10 Kp/cm<sup>2</sup>. El diámetro exterior es normalmente de 15 mm.

Los cables eléctricos y los tubos de aire comprimido, que conectan todas las válvulas del sistema neumático con la central de recogida, están instalados junto con la tubería de transporte.

- \* **Panel central de control**

El panel central de control supervisa y controla el proceso automático de recogida de basura. Todas las válvulas situadas a lo largo de la red de tuberías de transporte, están conectadas al panel por cables eléctricos, así como toda la maquinaria situada dentro de la central de recogida.



Los componentes principales del panel central de control son los siguientes:

- Ordenador con pantalla y teclado para la ejecución de todas las funciones automáticas.
- Interruptores y mandos para las diferentes opciones de operatividad manual.
- Indicadores ópticos y alarmas.
- Cuadro sinóptico del sistema, con lámparas de señalización para cada una de las válvulas de basura y de aire de transporte, que indica el desarrollo del proceso de recogida en el área conectada.
- Relés y otras interconexiones que suministran/reciben datos del ordenador.

Todas las conexiones a los cables externos están instaladas en la parte superior o inferior del panel.

\* **Panel de control de motores**

El panel de control de motores, que está interconectado con el panel central de control, contiene todos los componentes necesarios para supervisar y controlar el funcionamiento de los motores eléctricos, tales como interruptores, fusibles, diferentes mandos, relés térmicos, amperímetros, etc.

\* **Panel de control para el sistema de transporte interno de contenedores**

Este panel de control contiene todos los componentes eléctricos necesarios para efectuar el transporte interno automático de los contenedores.

\* **El edificio de la central de recogida**

La central de recogida es un edificio independiente de dos plantas realizado mediante estructura metálica y cimentación por zapatas y vigas de atado. La altura de cada planta es de 4 metros, siendo la altura total de 8 metros.

La planta baja tiene una superficie de 805 m<sup>2</sup>, la cual está particionada en 7 salas:

- Sala de transformadores
- Sala de turboextractores
- Sala de PCI
- Sala de Compresores de Aire Comprimido

- Sala de contenedores
- Sala de control
- Aseos y vestuarios

La sala donde están instalados los turboextractores está aislada acústicamente. Antes de ser expulsado a la atmósfera el nivel de sonido del aire de los turboextractores es reducido por un silenciador de placas que forma parte de las obras de construcción del edificio.

En la sala de contenedores hay un foso longitudinal de 1 m de profundidad donde se sitúa el carro de transporte de contenedores.

La primera planta tiene una superficie de 280 m<sup>2</sup>, en la cual están instalados los dos ciclones, la válvula diversora y la sala de filtros.

Los forjados y cubiertas están realizados mediante forjados unidireccionales de chapa colaborante. Los cerramientos están realizados en muros de hormigón prefabricado con acabado decorativo exterior.

### **Tuberías de Transporte.**

La red de tuberías utiliza el mismo conducto de red para el transporte de ambas fracciones. Las tuberías de transporte de basura son de acero al carbono con uniones soldadas.



La tubería de transporte va enterrada bajo tierra, a una profundidad de aproximadamente 3,0 metros. Los cables eléctricos y los tubos de aire comprimido, que conectan todas las válvulas del sistema neumático con la central de recogida, están instalados junto con la tubería de transporte.

Durante los ciclos de transporte neumático, la depresión dentro de las tuberías de transporte es como máximo 50 kPa, y la velocidad del aire oscila entre 15 y 25 m/s. La distancia máxima de transporte es de aproximadamente 1,5 km, teniendo en cuenta las pérdidas de carga existentes.

Exteriormente, la tubería de transporte está expuesta al mismo tipo de corrosión que otras tuberías similares (conductos de agua, gas, etc.). Por lo tanto, es necesaria una protección adecuada de la superficie exterior de la tubería.

La red de tubería se diseña para que tenga la misma duración que otros conductos o instalaciones urbanas, o sea, a 30 años.

El diámetro interior, que depende del tamaño de los objetos de basura (y no de la carga, como en el caso de conductos para líquidos), es uniforme en todas las partes de la red de tuberías. El diámetro interior es de 500 mm.

Los componentes principales de la red de tuberías son los siguientes:

\* **Tubos rectos.**

Tubos de soldadura espiral o longitudinal, de calidad DIN St. 37-2, o según norma Sueca SIS 1312, o ASTM A 135 Grade A.

- Diámetro interior:..... 500 mm.
- Espesor de pared:..... De 5 a 20 mm.
- Tratamiento de superficie exterior: Chorro de arena SA 2 1/2, y revestimiento con polietileno extraído tricapa.

\* **Codos**

Codos de soldadura espiral o longitudinal, de calidad DIN St. 52-3, o según Norma Sueca SIS 2101, o ASTM A 155 Grade CMSH 70/1.

- Diámetro interior:..... 500 mm.
- Espesor de pared:..... De 5 a 20 mm.
- Radio, curvatura continua:... 1.800 mm.
- Angulo de curvatura:..... De 10 a 90 grados
- Tratamiento de superficie: Chorro de arena SA 2 1/2, y revestimiento con polietileno extraído tricapa.

\* **Conexiones de "Y".**

Conexiones pre-fabricadas de tubos rectos. Longitud de la parte principal 2,5 metros, y de la parte de conexión 1,5 metros. El ángulo entre la parte principal y la parte de conexión es de 30 grados.

- Diámetro interior:..... 500 mm.
- Espesor de la pared:..... De 5 a 20 mm.
- Tratamiento de superficie: Chorro de arena SA 2 1/2, y revestimiento con polietileno extraído tricapa.

\* **Conexiones para válvulas de basura.**

Las conexiones están constituidas por un codo de 90 grados, de 500 mm. de diámetro interior, y de un espesor de pared de 5 mm. El radio de la curvatura continua es de 750 mm. Las conexiones están equipadas con bridas para su conexión con las válvulas de basura. Tratamiento de superficie con chorro de arena SA 2 1/2, y revestimiento con polietileno extraído tricapa.

\* **Otras piezas y conexiones.**

Diferentes piezas y conexiones (conexiones para las válvulas de aire, conexiones de tubos rectos, compuertas de inspección, etc), fabricadas en acero al carbono.

**\* Cables eléctricos.**

Cables eléctricos para la transmisión de señales electrónicas entre la central de recogida y todas las válvulas de basura y de aire. Los cables se extienden a lo largo de la red de tuberías de transporte.

Los cables son multipolares, y el número de conductores varía normalmente entre 10 y 40, siendo la sección de cada conductor de 0,75 mm<sup>2</sup>.

Todos los cables se instalan dentro de tubos de plástico de protección.

**\* Tubos para aire comprimido.**

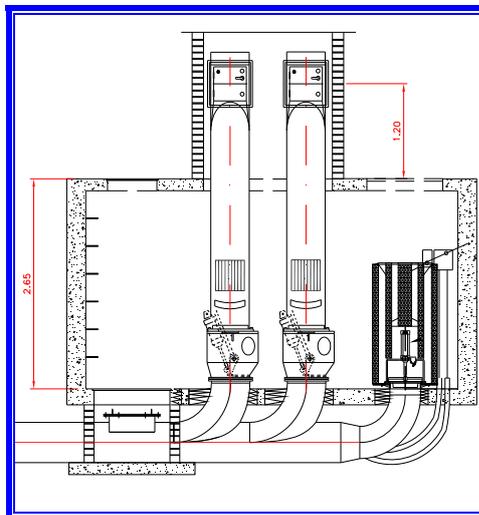
Los tubos de aire comprimido conectan el compresor de aire en la central de recogida con todas las válvulas de basura y de aire. Se extienden a lo largo de la red de tuberías de transporte.

Los tubos están diseñados para una presión de trabajo de 10 Kp/cm<sup>2</sup>. El diámetro exterior es normalmente de 15 mm.

Las tuberías de transporte de basura se instalan normalmente en zanjas. El tendido de las zanjas puede seguir prácticamente siempre las variaciones de altura del terreno, ya que se admiten inclinaciones de 20 grados en ambas direcciones de la tubería. Con el fin de evitar raspaduras en la protección exterior de polietileno, las zanjas deben tener un lecho de arena. Cuando las condiciones de suelo son corrosivas (acidez, humedad elevada), las tuberías han de equiparse con protección catódica.

**Válvulas de Basura.**

Las válvulas de basura, que separan las tuberías de transporte de basura de los bajantes verticales conteniendo la fracción de basura a seleccionar.



Las válvulas están cerradas, y se abren sólo unos 7 a 10 segundos durante el ciclo de recogida, que suele repetirse dos o tres veces al día. No puede abrirse más de una válvula a la vez. Cuando las válvulas están cerradas, la basura de esa fracción, que cae por gravedad dentro de los bajantes verticales, es retenida por el elemento de cierre de la válvula. Cuando la válvula se abre, la fracción de basura cae por gravedad/aspiración dentro de la corriente de la tubería de transporte.

Las válvulas están conectadas al compresor de aire en la central de recogida, y los elementos de cierre están accionados por cilindros de aire comprimido.

El funcionamiento de las válvulas está controlado por el ordenador situado en la central de recogida. Terminales electrónicos, situados en los cuartos donde se ubican las válvulas de basura, verifican y ejecutan las órdenes transmitidas por el ordenador.

El elemento de cierre consiste en una placa reforzada, situada en el interior de la válvula, que se abre y cierra verticalmente.

Las características principales de las válvulas son las siguientes:

- Diámetro de apertura de 450 y 500 mm. (para tubería de transporte de diámetro 500 mm.).
- Cobertura de válvula: Acero DIN St 34-2
- Disco: Placa de acero cubierta de zinc (mecanizada, la superficie superior rectificada)
- Espesor: 16 mm.
- Cilindro de aire comprimido:
  - Diámetro:..... 100 mm.
  - Carrera:..... 200 mm.
  - Presión:..... 10 atm.
- El equipo de aire comprimido consiste en válvulas magnéticas, filtro de depuración, válvulas de cierre, etc.
- Terminal electrónico de control.
- Tubo de extensión entre el bajante vertical y la válvula, con compuerta de inspección.

Las dimensiones de los cuartos donde se ubican las válvulas son las siguientes:

- Longitud :..... 4,0 metros
- Anchura :..... 2,5 metros
- Altura :..... 2,1 metros

Con el fin de compensar la depresión durante el tiempo en que las válvulas se abren, los cuartos tienen una apertura que permite la entrada de aire libre de 1 m<sup>2</sup>.

#### **Buzones de Vertido.**

Los buzones de vertido están contruidos con acero o aluminio de fundición. Su altura sobre la superficie es de aproximadamente 1,4 metros, y el diámetro de 0,6 metros. Están equipados con compuertas normales de vertido o con compuertas de seguridad de una apertura de 300 mm.

Las válvulas de basura que conectan los buzones con la tubería de transporte están instaladas bajo tierra.



### **Válvulas de Entrada Aire.**

Las válvulas de entrada de aire, situadas al extremo de cada ramal de tubería de transporte, normalmente están cerradas, y se abren sólo uno o dos minutos durante los ciclos de recogida. No puede abrirse más de una válvula al mismo tiempo.

Las válvulas están conectadas al compresor de aire en la central de recogida, y los elementos de cierre están accionados por cilindros de aire comprimido.

El funcionamiento de las válvulas está controlado por el micro-ordenador ubicado en la central de recogida. Terminales electrónicos, situados en los cuartos donde se alojan las válvulas, verifican y ejecutan las órdenes transmitidas por el ordenador.

El nivel sonoro, causado por la entrada de aire a alta velocidad en la válvula, es considerable, y por esta razón las válvulas están equipadas con silenciadores.

Las características principales son las siguientes:

- Diámetro de apertura de 400 mm.
- Elemento de cierre: Disco de acero con junta de goma.
- Cilindro de aire comprimido: Diámetro: 100 mm.
- Presión: 10 atm.

El equipo de aire comprimido consiste en válvulas magnéticas, filtro de depuración, válvulas de cierre, etc.

El silenciador, que reduce el nivel de sonido por debajo de los 55 dB, está construido de acero y lana mineral. Las dimensiones son las siguientes:

- Medidas exteriores: 1.200 mm x 1.200 mm x 1.000 mm
- Espesor de la lana mineral: 50 mm
- Altura: 2,1 metros

Con el fin de compensar la depresión durante el tiempo en que las válvulas se abren, los cuartos tienen una apertura que permita la entrada de aire libre de 1,0 m<sup>2</sup>.

## 8. FUNCIONAMIENTO Y SISTEMA DE CONTROL

Los sistemas de recogida automática de basura funcionan automáticamente. No se requiere ninguna asistencia o supervisión de personal durante los procesos de recogida.

El proceso de recogida es ejecutado según el programa que ha sido introducido en el ordenador, situado en la central de recogida. Durante el proceso se recoge toda la basura que ha sido almacenada en las diferentes válvulas de basura.

El proceso de recogida puede repetirse de dos a tres veces al día por cada tipo de fracción de basura a recoger. Por lo tanto, una clase de basura nunca se almacena durante más de 12 horas sobre la válvula correspondiente de basura. La duración del proceso de recogida, que depende del tamaño del sistema.

Durante todo el tiempo que hay entre los ciclos de recogida (o sea, durante la mayor parte del día) la maquinaria del sistema está parada. No obstante, la fracción de basura puede verterse por la correspondiente compuerta de vertido a cualquier hora; tanto cuando el sistema está parado como durante los ciclos de recogida de una determinada fracción.

Debido a la corta duración de los ciclos de recogida, los sistemas de recogida automática tienen una gran capacidad de reserva. Como la frecuencia de los ciclos de recogida puede duplicarse o triplicarse con facilidad, la cantidad de fracción de basura recogida por un mismo sistema también puede aumentarse.

La ejecución del proceso de recogida se efectúa de la siguiente manera:

### 8.1 Recogida Automática por horario.

Los turboextractores se ponen en marcha y crean una depresión estática dentro de la red de tuberías de transporte. Simultáneamente con los turboextractores arrancan: el accionamiento hidráulico del compactador de la fracción de basura seleccionada y el separador rotativo de dicho compactador. Esta maquinaria no puede arrancar si no hay contenedores de la correspondiente fracción conectados al compactador de basura.

La válvula diversora selecciona del tipo de fracción de basura a recoger, posicionándose para dirigir la basura a dicho contenedor.

La basura se recogerá por zonas de cada válvula de seccionamiento. Se abrirá la primera válvula de seccionamiento.

El panel central de control transmite una orden de abrir la primera válvula de entrada de aire. Cuando la válvula se ha abierto, se transmite una señal de confirmación al panel central de control.

Se crea una potente corriente de aire en la parte de la red de tuberías de transporte que conecta la primera válvula de entrada de aire con los turboextractores. La velocidad del aire varía normalmente entre 15 y 25 metros por segundo, y la depresión entre 1.500 y 2.500 mm. de columna de agua.

Después de haber comprobado que se ha establecido una velocidad mínima de aire en la tubería de transporte, el panel central de control transmite la orden de abrir la primera válvula de la fracción de basura que se pretenda recoger. Cuando esta válvula se abre, la fracción de basura que estaba almacenada sobre su elemento de cierre cae por gravedad/aspiración dentro de la tubería y es transportada por la corriente de aire hasta la central de recogida.

La basura es un material heterogéneo, y por eso la velocidad de transporte de los diferentes componentes no es igual. La velocidad de los componentes ligeros (papel, plástico, etc.) es prácticamente la misma que la corriente de aire.

Por otro lado, la velocidad de los componentes pesados es más baja debido a la resistencia por rozamiento. La corriente de aire debe ser lo suficientemente potente para poder transportar hasta los componentes más pesados de la basura.

Después de un período la basura almacenada en la primera válvula de la correspondiente fracción de basura ha sido descargada, y la válvula se cierra.

Cuando la basura llega a la central de recogida, es separada de la corriente de aire por el ciclón de separación, del mismo tipo de fracción, y por el separador rotativo.

En el ciclón de separación la fracción de basura cae por gravedad a la tolva de alimentación del compactador de basura. Después, la fracción de basura es introducida y compactada en el contenedor.

Después de un corto intervalo, la segunda válvula de la misma fracción de basura recibe la orden de abrir, y se repite la misma operación descrita anteriormente.

Cuando todas las válvulas de la misma fracción han sido vaciadas, la válvula de entrada de aire se cierra.

Poco después, una orden de apertura es transmitida a la segunda válvula de entrada de aire, y se repite el procedimiento anterior. Así sucesivamente dentro de la zona de esa válvula de seccionamiento.

Se repite la misma operación, hasta que se ha recogido la fracción de basura de todas las diferentes zonas que engloban cada válvula de seccionamiento.

Cuando el compactador de la fracción de basura detecta que el contenedor conectado está llenándose, la presión de compactación se incrementa hasta que el contenedor está cargado por completo. Una vez lleno el contenedor, el proceso de recogida se interrumpe momentáneamente y el sistema de transporte interno recibe la orden de cambiar contenedores. El contenedor lleno es desconectado del compactador de basura y transportado hasta el lugar de almacenamiento de contenedores llenos. Otro contenedor vacío es transportado desde el sitio de almacenamiento de contenedores vacíos y conectado al compactador de basura.

Finalizado el cambio de contenedores, el proceso de recogida continúa hasta la finalización de la recogida de esa fracción.

Los contenedores de basura son transportados por un camión al sitio de vertido o eliminación final. Con métodos modernos de "roll on roll off" es rápida la carga y descarga de los contenedores. El tiempo de carga o descarga de un contenedor de 25-30 m<sup>3</sup> es inferior a los cinco minutos, y la operación es efectuada por una sola persona.

Las recogidas de las diferentes fracciones se realizarán por programación horaria, seleccionando aquellas válvulas que correspondan a cada fracción.

Los sistemas de recogida automática de basura tienen que ser seguros y diseñados para resistir condiciones de trabajo duras.

## **8.2 Recogida automática por niveles de llenado**

El sistema de recogida neumático, permite otra modalidad de recogida, también automático, por la activación en el ordenador de control de un número de niveles de basura de cada fracción que han de ser establecido de antemano para poder poner en marcha todo un ciclo de recogida de esa fracción determinada.

El funcionamiento secuencial del orden de la planta es idéntico, la variación es que no se activa por horario sino por niveles altos. El número de niveles altos que pueden activar un sistema se determinará en el ordenador, dependiendo de los requerimientos del cliente.

Una vez puesto en marcha el sistema por niveles altos, aprovechará el sistema a recoger todos aquellos niveles bajos que también se encuentren activados.

### 8.3 Sistema de Control

A continuación se desarrollan los requisitos que deberá cumplir el sistema de supervisión y control de los equipos que conforman el proceso.

El sistema estará gobernado por un autómata programable que será el encargado de gestionar la activación y desactivación de los equipos, así como de gestionar las distintas alarmas que generen los equipos. Además, el sistema estará conectado a diferentes sensores y dispositivos de protección y alarma que han sido situados con el objetivo de aumentar la seguridad del proceso, como por ejemplo, setas de seguridad. Este autómata programable requiere un cierto número de entradas y salidas digitales y de salidas analógicas que irán conectadas a los variadores de frecuencia de los motores.

Además de los módulos de E/S también se requerirán todos los módulos característicos del autómata programable tales como microprocesador, alimentación, comunicación RS232, etc.

El autómata irá montado sobre el correspondiente bastidor en el cuadro general.

La herramienta software que se utilizará a través de un ordenador que gobernará todo el proceso también conocido como SCADA, deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Deberá aparecer cada una de las líneas de recogida, indicándose el tipo de residuo que circula por ésta.
- Deberá permitir seleccionar entre un control automático y global de la planta y un modo manual en el cual se puedan ir accionando los distintos componentes del sistema para casos como por ejemplo defectos en la maquinaria.
- El diagrama de explotación deberá ser intuitivo y de fácil uso. Se recomienda el uso de imágenes dinámicas que mantengan la concentración del operario para sobre todo el caso en el que el operario esté manejando en modo manual.
- Deberá incorporar un gestor de alarmas que obliguen al operario una vez detectado un fallo a confirmar que se ha conocido dicho problema.
- Para mayor seguridad el sistema deberá solicitar una segunda confirmación antes de realizar efectivos los cambios que se le haya solicitado.
- El sistema poseerá un gestor de datos que se encargará de presentar los datos por pantalla cada segundo en tiempo real y a su vez almacenará los datos del proceso cada minuto para así poder hacer el estudio de la planta en un espacio temporal mayor.

El arranque de la planta deberá ser realizado de un modo secuencial, iniciando la maquinaria en grupos de dos equipos simultáneamente con el objetivo de reducir al máximo los picos que se generan durante este proceso.

SISTEMA DE MEDIDA	CANTIDAD	ED	SD	EA	SA	DESCRIPCIÓN
Válvula Todo / Nada	85	2	1			Inicio de carrera + Fin de carrera + Apertura/cierre de válvula
Turboextractor	4	3	1			Paro / Marcha + Confirmación Marcha + Fallo eléctrico + Local / Remoto
Interruptor de nivel	80	1				
Separador rotativo	2	3	1			Paro / Marcha + Confirmación Marcha + Fallo eléctrico + Local / Remoto
Transmisor de presión diferencial	1			1		
Compactador	2	3	1			Paro / Marcha + Confirmación Marcha + Fallo eléctrico + Local / Remoto

Totales:	274	93	1		
----------	-----	----	---	--	--

## 9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES

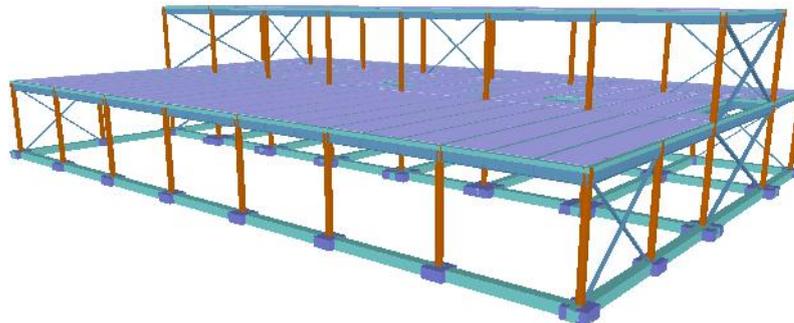
### 9.1 Obra Civil

La parcela donde va situada la planta de recogida tiene el terreno ya preparado a cota +0.00m, por lo que el movimiento de tierras no será necesario. Únicamente se realizará un desbroce de 20 cm para eliminar la materia orgánica existente en la parcela.

Debido a que la urbanización de la zona de influencia de la instalación aun no está finalizada, (solo se ha realizado la preparación del terreno) la colocación de las tuberías de transporte se realizará haciendo un vaciado lineal con el talud requerido por el terreno existente, a la profundidad necesaria.

### 9.2 Estructura

El espacio a cubrir por la estructura requerida tiene una geometría en forma rectangular de una planta más otra planta de menor dimensión.

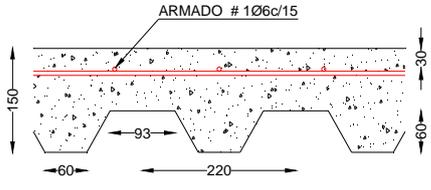


La estructura de la nave está formada por los perfiles laminados siguientes:

Pilares: HEB 200

Vigas: IPE 80, IPE 200, IPE 220, IPE 300, IPE 330, IPE 360 y IPE 400

Para la estructura se utilizará como material un acero S-275 JR. La unión entre pilares y vigas es soldada, el forjado de la 1ª Planta y el de la Cubierta serán de chapa colaborante de tipo:

HLM-60-220 HIASA - GRUPO GONVARRI	 <p>Diagrama de un perfil de hormigón armado con dimensiones y especificaciones técnicas. El perfil tiene una altura total de 150 mm, dividida en una parte superior de 30 mm y una parte inferior de 60 mm. El ancho superior es de 93 mm y el ancho inferior es de 60 mm. El espesor del perfil es de 0.70 mm. El diagrama muestra un armado con barras de acero #1Ø6c/15. Las dimensiones de los huecos en la parte inferior son de 60 mm y 220 mm.</p>
Canto: 60 mm Intereje: 220 mm Ancho panel: 880mm Ancho superior: 93 mm Ancho inferior: 60 mm Tipo de solape lateral: Inferior Límite elástico: 2446.48 Kp/cm <sup>2</sup> Perfil: 0.70 mm Peso superficial: 7.21 Kg/m <sup>2</sup> Sección útil: 9.19 cm <sup>2</sup> /m Momento de inercia: 59.74 cm <sup>4</sup> /m Módulo resistente: 16.71 cm <sup>3</sup> /m	

Este tipo de estructuras presenta la ventaja de su rapidez de montaje frente a las de hormigón, así como una mayor libertad en cuanto a la forma estructural a utilizar. Así mismo dado que se tienen que cubrir grandes luces, nos será más favorable la utilización de perfiles metálicos con lo que se conseguirán mayores esbelteces en los elementos constructivos.

### 9.3 Cimentación

A continuación se resumen las principales características del terreno en el cual se realizará la construcción de la planta y las instalaciones. Todos los datos mostrados se han obtenido del correspondiente estudio geotécnico. Para más información específica se habrá de recurrir al mismo.

Con respecto a la agresividad del terreno para la determinación del tipo de ambiente en el que se encuentra el hormigón de cimentación, se han realizado análisis de sulfatos.

Según la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE, tablas 8.2.2 y 8.2.3 el ambiente es de tipo II a. Exposición normal, de humedad alta. Corrosión de origen diferente de los cloruros. Elementos enterrados o sumergidos.

Según la clasificación de estructuras sometidas a ataques químicos, se concluye de los resultados de los análisis que tenemos un suelo exento de ataques químicos.

Con respecto a la cota de cimentación, se recomienda que se realice a una cota media de 1.0 m sobre la rasante actual del terreno.

Se tomará para el cálculo de cimentación un valor de tensión admisible:

$$Q_{adm} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$$

El nivel freático no se detectó en el ensayo realizado. Adicionalmente, observando los resultados obtenidos de los ensayos, podemos decir que no existen problemas de expansividad en los materiales de la parcela.

En conclusión, no existen problemas a la hora de la realización de la cimentación, pues la tensión admisible muy adecuada para una ejecución relativamente sencilla sin necesidad de grandes excavaciones profundas.

Por lo tanto se ha optado por una cimentación de zapatas aisladas, unidas mediante vigas de atado y vigas centradoras de forma perimetral, y de forma longitudinal las zapatas correspondientes a los pilares centrales.

Se realizarán cinco tipos de zapatas en toda la estructura, así como un solo tipo de viga de atado. Ver planos correspondientes.

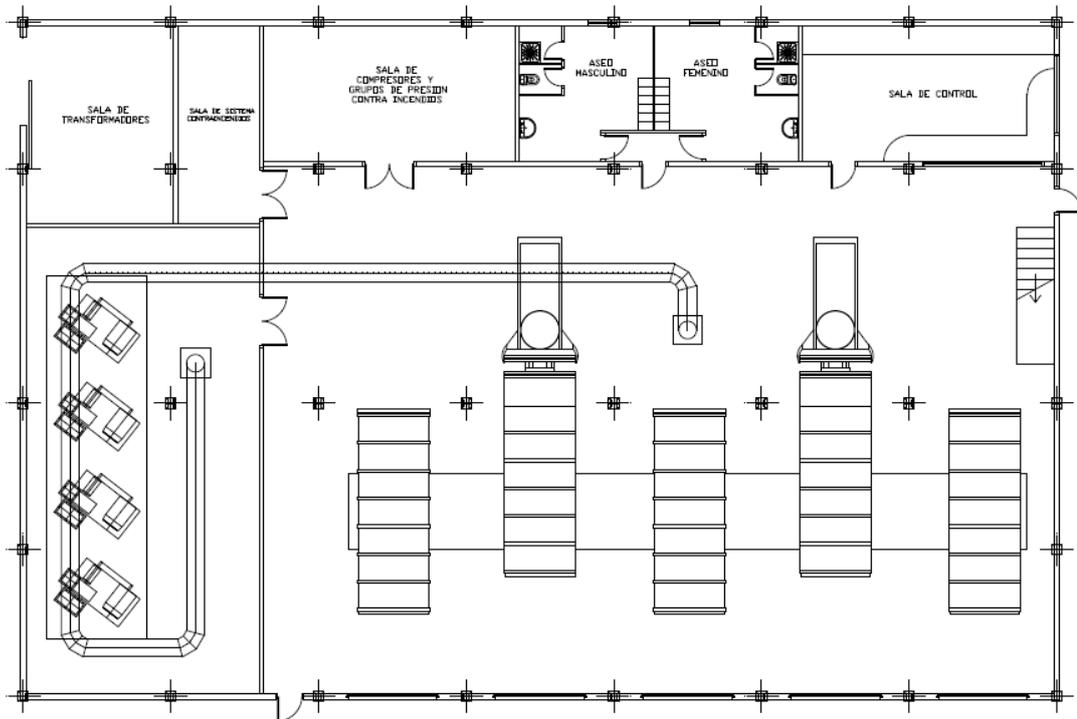
#### 9.4 Implantación

La planta de recogida de residuos se particiona en varias zonas, en función de su uso:

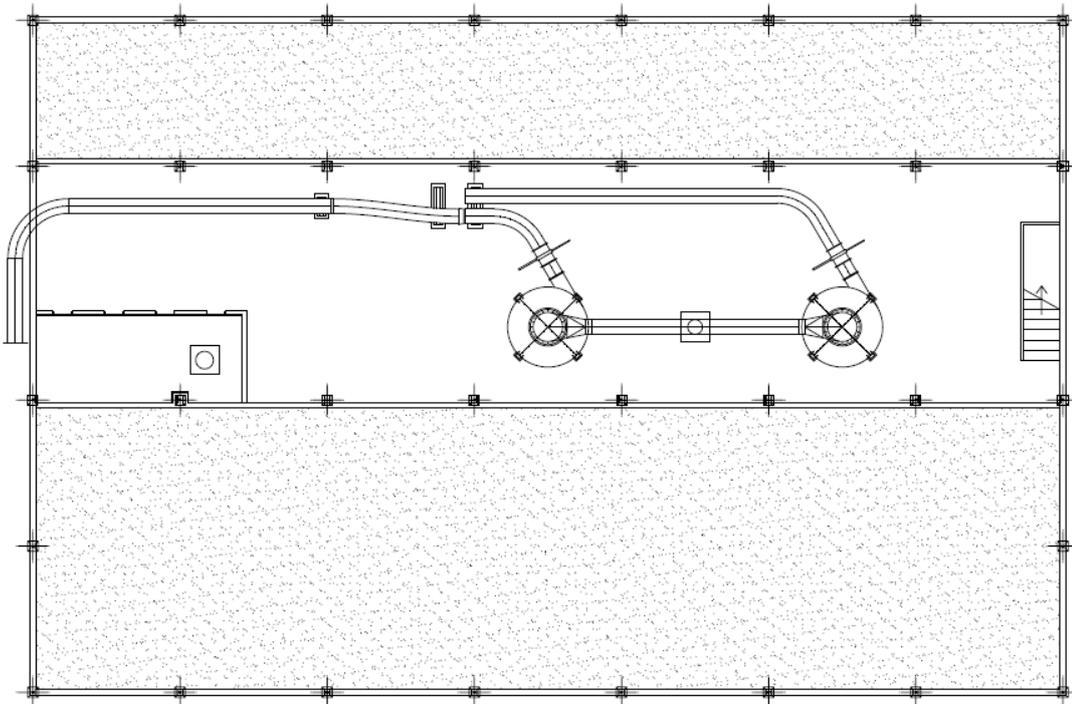
PARTICIÓN	PLANTA	SUPERFICE (m <sup>2</sup> )
Sala de contenedores	Baja	481,50
Sala de turboextractores	Baja	125,60
Sala de transformación	Baja	33,75
Sala de control	Baja	39,50
Sala de PCI	Baja	18,50
Sala de Compresores	Baja	39,50
Aseos	Baja	44,00
Sala de ciclones	Primera	262,60
Filtro de aire	Primera	20,80

La distribución de las zonas se realiza en función de los equipos, de forma que la sala principal es la de contenedores y ciclones, y sobre ellas se distribuyen el resto.

Planta baja:



Primera planta:

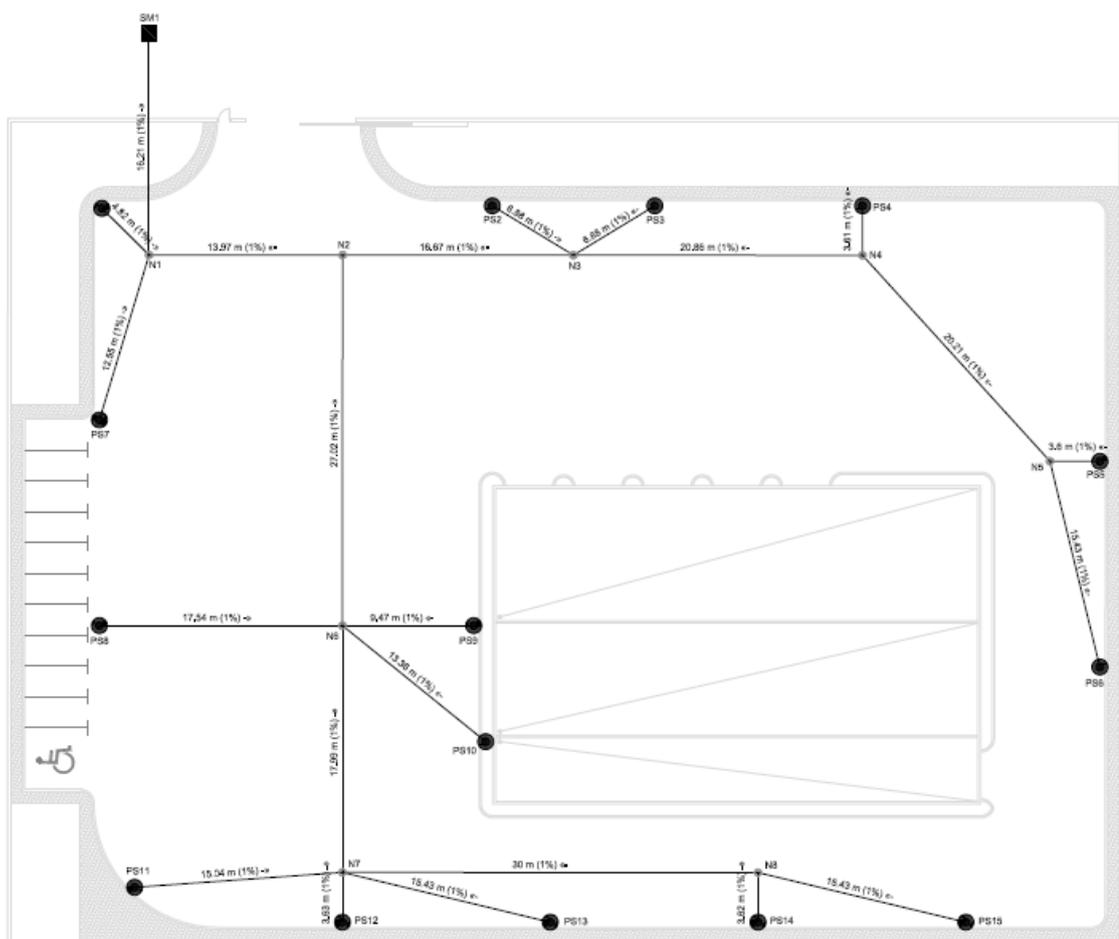


## 9.5 Saneamiento y fontanería

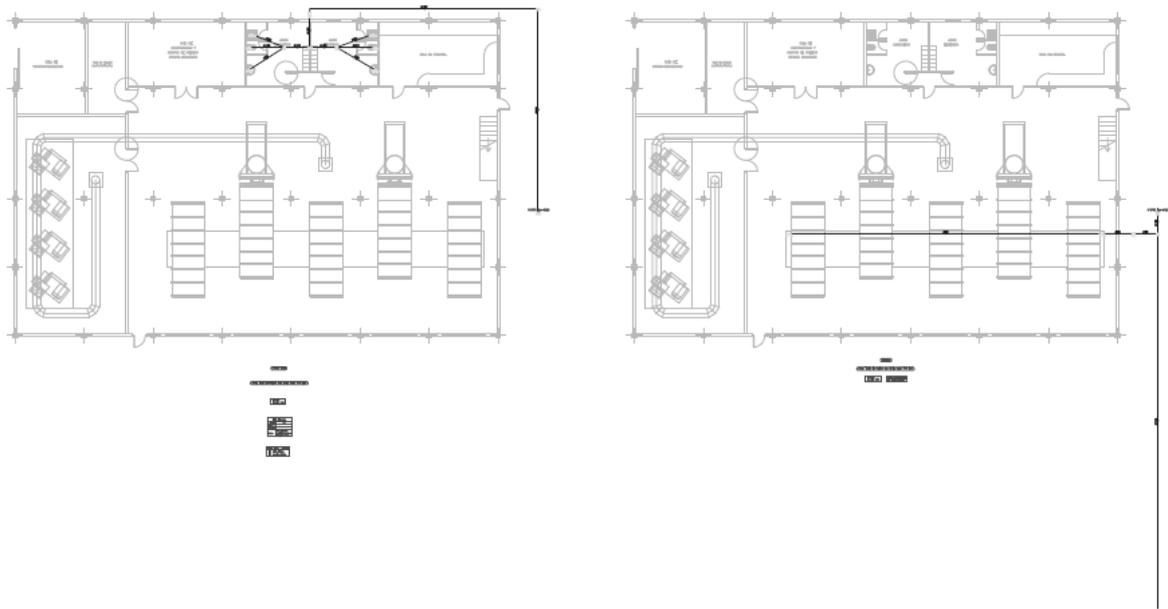
### 9.5.1 Instalación de saneamiento

La instalación de saneamiento será de sistema separativo, de forma que existe una red de tuberías para la recogida de aguas pluviales y otra para la red de aguas fecales.

La instalación de aguas pluviales se distribuye por la parcela donde se sitúa la nave rodeándola formando un anillo sin unir. De forma que la red es de tipo ramificado envolviendo a la planta.



La instalación de aguas fecales recoge los lixiviados producidos en la nave de procesos así como las aguas residuales que se producen en los aseos de la misma.



Los cálculos de estas instalaciones se recogen en el anexo correspondiente, así como los planos asociados.

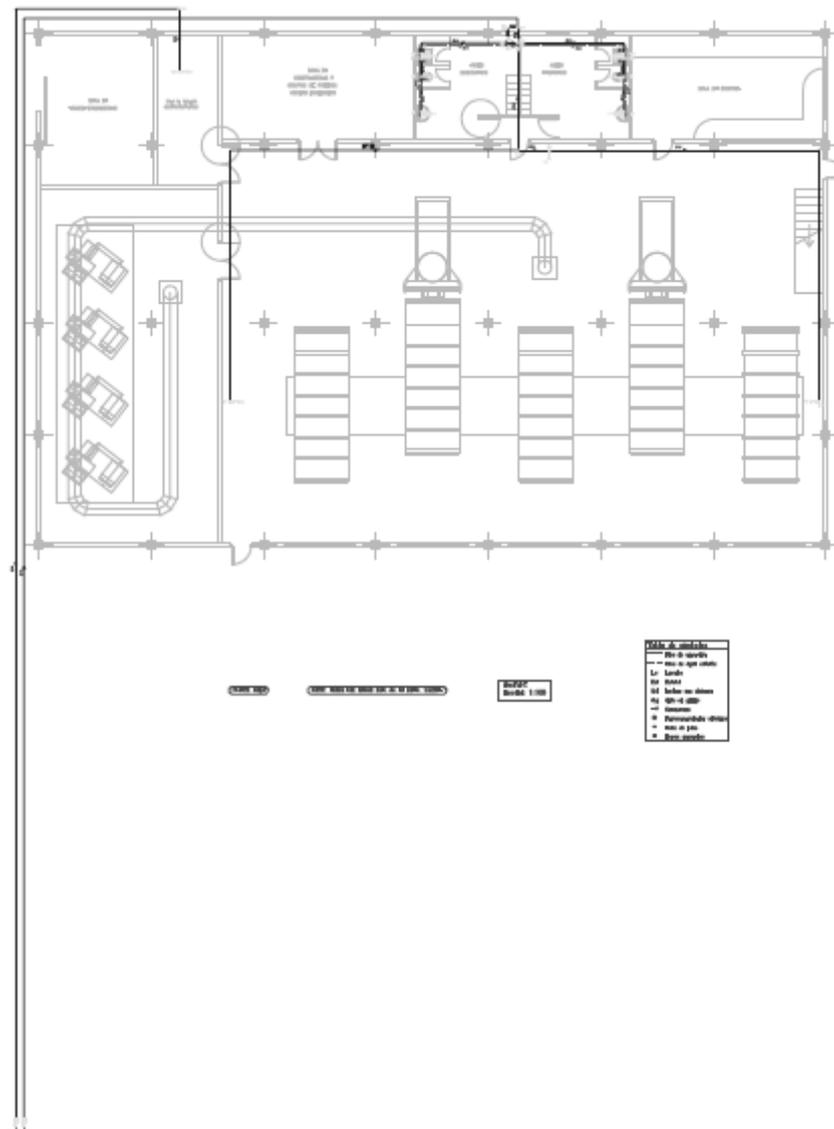
### 9.5.2 Instalación de fontanería

La instalación de fontanería consta de las dotaciones necesarias para los dos aseos dispuestos en la nave, incluido una dotación de agua caliente mediante un termo eléctrico. Además se distribuye una red de grifos para valdeo en la sala de contenedores.

En los aseos se colocan 3 tomas por cada uno, ducha lavabo y inodoro, siendo las tomas de la ducha y el lavabo dobles (agua caliente y fría).

Además de esto se realiza una toma directa de agua desde la acometida en la sala del PCI.

La distribución de la red es la siguiente:



Para más detalles ver el anexo de cálculo correspondiente y planos.

## 9.6 Instalación cotraincendios

Al establecimiento industrial le será de aplicación el reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, RSCIEI (RD 2267/2004), y el reglamento de instalaciones de protección contra incendios, RIPCI (RD 1942/1993).

Al amparo de los cálculos adjuntos en el anexo correspondiente, la nave se cataloga dentro del tipo C con riesgo intrínseco bajo. Por lo que según los reglamentos anteriormente mencionados no es necesario la instalación de rociadores automáticos ni sistema de detección automática, tampoco será necesaria la instalación de columna seca.

El sistema de BIEs y de señalización de emergencia se especifica en la memoria de cálculo correspondiente.

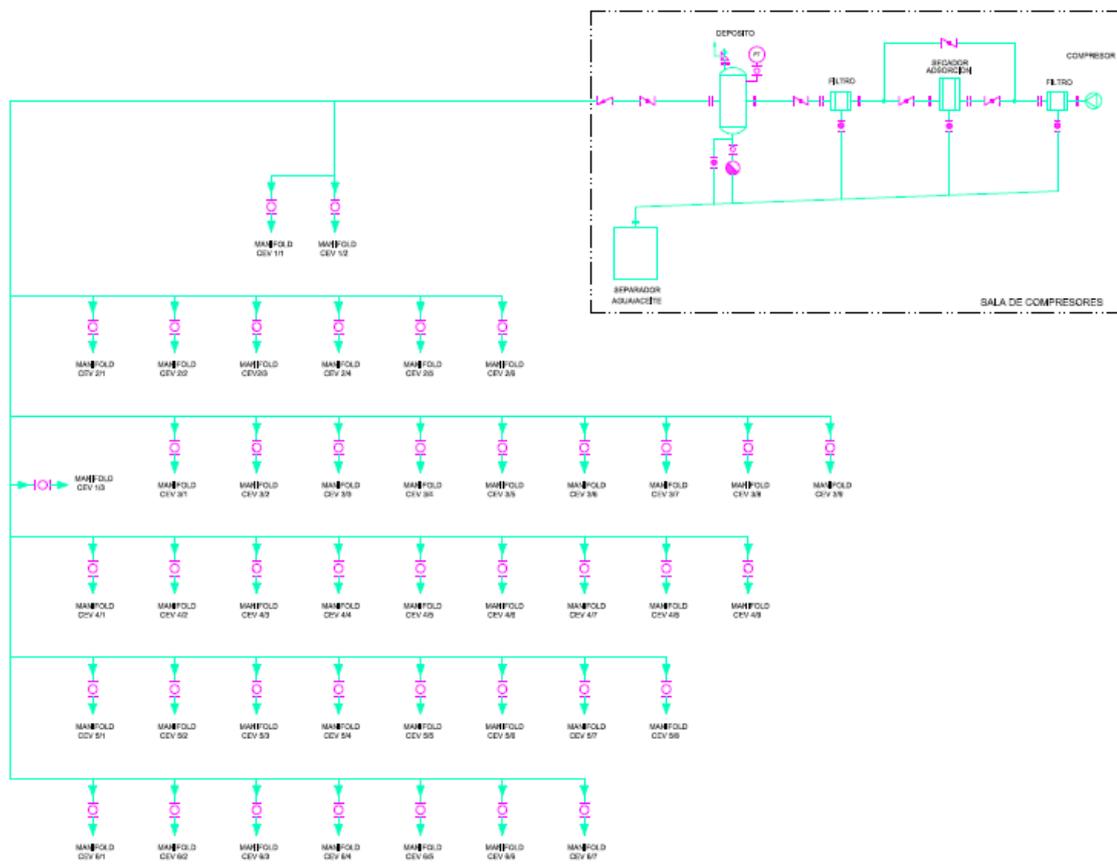
## 9.7 Instalación de aire comprimido

La instalación de aire comprimido es necesaria para la actuación de todas las válvulas de control del sistema de recogida.

Como las válvulas de basura y las de aire están repartidas por toda la urbanización, además de la instalación interior de la nave, es necesaria una red de tuberías que acompañe a las tuberías de recogida de basuras.

La instalación cuenta con 42 cajas de electroválvulas repartidas en 6 ramales. Cada caja de electroválvulas contendrá tantas como válvulas que acciona, por lo que serán necesarias 90 electroválvulas.

El esquema de distribución del sistema es:



Según cálculos adjuntos en la memoria de cálculo correspondiente, será necesaria la instalación de dos compresores de ----- kW, que serán situados según planos por toda la instalación.

## 9.8 Instalación eléctrica

La planta se presenta en forma rectangular con la distribución como se ve en planos, tal que hay una sala dedicada al centro de transformación y al cuadro general de baja tensión (CGBT). Hay cuadros parciales distribuidos en la planta según planos, con el

objetivo de realizar una distribución eléctrica en la nave de acuerdo a las necesidades que se nos presentan.

Disponemos de cuatro zonas diferenciadas en la nave:

- Almacenaje de residuos
- Zona de proceso, donde encontramos los equipos del proceso
- Sala de control y aseos
- Centro de transformación

Todas ellas serán adecuadamente suministradas eléctricamente desde la distribución de cuadros parciales que se ha realizado. Además del cuadro general de baja tensión dispondrá de tres cuadros parciales para distribución eléctrica en las oficinas. Todo ello queda reflejado en planos y memorias de cálculo.

Toda la implantación se alimenta de un centro de transformación de abonado localizado en la planta, tal que se conecta a una línea de media tensión de compañía suministradora que discurre colindante a la parcela, llevándola en media tensión hasta el centro de transformación. El centro de transformación estará constituido por un transformador de 1000 KVA.

### 9.8.1 Acometida

En este caso la red de distribución en baja tensión se compone de la acometida que discurre desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación hasta el cuadro general de baja tensión en la sala que se dispone en las oficinas para tal fin, de forma que dicha línea se protege desde el cuadro de baja tensión del centro de transformación mediante ruptofusible.

Los conductores discurren por el trazado más corto y rectilíneo posible, buscando a su vez el más económico, quedando regulada esta línea por la ITC-BT-11.

La acometida será subterránea. Los cables serán aislados, **de tensión asignada 0,6/1 kV**, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación propia, por lo tanto su diseño se basará en el REBT 2002.

Véase trazado y características de la red en planos y memoria de cálculo de la misma para más detalles.

Cabe destacar que al no disponer de caja general de protección y disponer de medida en media tensión la acometida es a su vez línea general de alimentación, siendo ésta la instalación de enlace.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes. La sección mínima será de 10

mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

A partir de los distintos cuadros de protección y mando los cables serán de una tensión asignada asignada de 450/750 V y los conductores de cobre. Cuyas secciones quedan definidas en la memoria de cálculo y planos.

### 9.8.2 Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos será como mínimo de 1 m desde el nivel del suelo.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

"R<sub>a</sub>" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

"I<sub>a</sub>" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada). Su valor será de 30 mA.

"U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se

instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos a cada máquina del proceso.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

<u>Tensión nominal de la instalación (V)</u>		<u>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</u>			
Sistemas III	Sistemas II	Cat. IV	Cat. III	Cat. II	Cat. I
230/400	230	6	4	2,5	1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de teledistribución, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

### 9.8.3 Instalaciones interiores

Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. 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 menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

Para las instalaciones que se alimentan en media tensión, mediante un transformador propio, como es este caso, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En las instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, en gran medida debidas a los variadores de frecuencia para el control de la velocidad de las máquinas del proceso, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Identificación de conductores.

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

Subdivision de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

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.

#### Equilibrado de cargas

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

#### Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación   Tensión ensayo corriente continua (V)   Resistencia de aislamiento (M<sub>Ω</sub>)

MBTS o MBTP	250	0,25
500 V	500	0,50
> 500 V	1000	1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

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

#### 9.8.4 Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

### **9.8.5 Protección contra sobretensiones**

Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### 9.8.6 Red de tierra

#### Instalación

Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos, verticalmente hincados en el terreno, cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o, cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de hierros de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado a continuación.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

En cualquier caso la sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Elementos a conectar a tierra.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

### **9.8.7 Sistema de protección contra el rayo (sPCR)**

Según los cálculos del índice de riesgo obtenidos en el anexo de cálculo no será necesario proteger la instalación contra rayos. Sistema externo de protección contra el rayo.

### **9.8.8 Iluminación interior**

Toda la información referente a iluminación interior estará adecuadamente justificada y seleccionada tal que se muestra en los anexos de cálculo.

Los niveles de iluminación también quedan adecuados a nuestras instalaciones y toda la información referente se encuentra en los anexos de cálculo.

### **9.8.9 Iluminación de emergencia**

Se instalará un sistema de iluminación de emergencia en las distintas zonas de la nave, tal que en caso de fallo eléctrico del circuito principal de iluminación, ya sea por disparo de alguna de las protecciones o bien por caída de la red suministradora, de tiempo suficiente a terminar la actividad que se estaba realizando y salir de las instalaciones.

La fuente de energía de emergencia será a base de baterías autónomas en cada aparato de iluminación, por lo que no será necesaria ninguna precaución adicional en el cableado de alimentación. La autonomía mínima de las baterías será de 1 hora, véanse más detalles en la memoria de cálculo y en planos.

Se han instalado luminarias de emergencia junto a las puertas, medios manuales de extinción y cuadros eléctricos.