



**PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES  
DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR 2018-2024**

**SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE  
AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA**

**DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y  
ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR**

**DOCUMENTO N° 1. PROYECTO BÁSICO**

**ANEXO 1.**

**INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

**MEMORIA**



**Febrero 2023**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2.- OBJETO DEL PRESENTE ANEXO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>4.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>5.- DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
<b>6.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES .....</b>	<b>16</b>
6.1.- CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO .....	16
6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO .....	17
6.3.- Densidad de carga de fuego de los sectores de incendio .....	18
6.4.- Densidad de carga de fuego del edificio industrial .....	20
6.5.- Densidad de carga de fuego del establecimiento industrial .....	20
6.6.- Cálculo de cargas térmicas y niveles de riesgo.....	21
6.6.1.- Sector 1. Tratamiento Resto .....	21
6.6.2.- Sector 2. Tratamiento voluminosos. ....	21
6.6.3.- Sector 3. Almacén CSR .....	22
6.6.4.- Sector 4. Almacén Materiales recuperados.....	22
6.6.5.- Sector 5. Sala eléctrica y de control .....	23
6.6.6.- Sector 6. Tratamiento biológico .....	23
6.6.7.- Sector 7. Almacén PB.....	25
6.6.8.- Sector 8. Laboratorio .....	25
6.6.9.- Sector 9. Incineración de animales muertos y parking de maquinaria.....	25
6.6.10.- Sector 10. Almacén de repuestos.....	26
6.6.11.- Sector 11. Taller.....	26
6.6.12.- Sector 12. Vestuarios .....	27
6.6.13.- Sector 13. Control de accesos.....	27
6.6.14.- Sector 14. Edificio tratamiento de efluentes .....	27
6.6.15.- Sector 15. Nave Tratamiento RESTO/BIORRESIDUOS Actual .....	28
6.6.16.- Sector 16. Nave envases Actual.....	29
6.6.17.- ÁREA1. Área de tratamiento de aires .....	30
6.6.18.- ÁREA2. Área de tratamiento de efluentes líquidos .....	31
6.6.19.- ÁREA3. Área de Afino Biorresiduos (en actual planta de tratamiento de resto).....	31
6.6.20.- Área 4. Almacén Balas de plástico en exterior .....	32

6.6.21.- ESTABLECIMIENTO CONJUNTO .....	33
<b>7.- REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....</b>	<b>35</b>
7.1.- CONDICIONES DEL ENTORNO DEL EDIFICIO.....	35
7.2.- UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL .....	35
7.3.- MATERIALES .....	36
7.3.1.- Productos de revestimiento .....	36
7.3.2.- Productos incluidos en paredes y cerramientos .....	37
7.3.3.- Otros productos .....	37
7.4.- ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES .	37
7.5.- RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO.....	39
7.6.- EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. ....	40
7.6.1.- Elementos de evacuación.....	40
7.6.2.- Cálculo de la ocupación.....	41
7.6.3.- Número y disposición de las salidas.....	42
7.6.4.- Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras .....	44
7.6.5.- Señalización e iluminación .....	45
7.7.- VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LOS EDIFICIOS INDUSTRIALES .....	47
7.8.- INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES .....	47
7.9.- RIESGO FORESTAL.....	48
<b>8.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.....</b>	<b>49</b>
8.1.- SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	50
8.2.- SISTEMA MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO.....	53
8.3.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RED EXTERIOR DE HIDRANTES .....	54
8.4.- SISTEMAS DE HIDRANTES EXTERIORES.....	56
8.5.- EXTINTORES DE INCENDIOS .....	58
8.6.- SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS .....	59
8.7.- SISTEMAS DE COLUMNA SECA.....	60
8.8.- SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA.....	61
8.9.- SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA .....	61
8.10.- SISTEMAS DE ESPUMA FÍSICA.....	61
8.11.- SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....	62

8.12.- SEÑALIZACIÓN.....	63
<b>9.- DISEÑO SEGÚN DB-SI: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.....</b>	<b>65</b>
9.1.- SECCIÓN SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR.....	65
9.1.1.- Compartimentación en sectores de Incendio. ....	65
9.1.2.- Resistencia al fuego de paredes techos y puertas que delimitan sectores de incendio.....	66
9.1.3.- Locales y zonas de riesgo especial. ....	66
9.1.4.- Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios. ....	66
9.1.5.- Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.....	66
9.2.- SECCIÓN SI-2. PROPAGACIÓN exterior. ....	68
9.2.1.- Medianerías y fachadas.....	68
9.3.- SECCIÓN SI-3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES. ....	69
9.3.1.- Ocupación.....	69
9.3.2.- Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación. ....	71
9.3.3.- Dimensionado de los medios de evacuación. ....	72
9.3.4.- Escaleras protegidas. ....	72
9.3.5.- Puertas ubicadas en los recorridos de evacuación. ....	72
9.3.6.- Señalización de los medios de evacuación.....	73
9.3.7.- Control de humo de incendio.....	73
9.4.- SECCIÓN SI-4. DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.....	73
9.4.1.- Extintores portátiles. ....	73
9.4.2.- Bocas de incendio equipadas.....	73
9.4.3.- Columna Seca .....	74
9.4.4.- Instalación de detección y alarma. ....	74
9.4.5.- Ascensor de emergencia.....	74
9.4.6.- Hidrantes exteriores.....	74
9.4.7.- Señalización de los medios de evacuación.....	74
9.4.8.- Control de humo de incendio.....	75
9.5.- SECCIÓN SI-5. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS .....	75
9.5.1.- Aproximación a los edificios .....	75
9.5.2.- Entorno de los edificios.....	75
9.5.3.- Accesibilidad por fachada.....	76
9.6.- SECCIÓN SI-6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA .....	76
9.6.1.- Elementos estructurales principales.....	76
<b>10.- DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE ANEXO .....</b>	<b>77</b>



“Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---

**11.- CONCLUSIÓN ..... 78**

**APLICACIÓN DEL REGALMENTO DE PROTECCIÓN  
CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS  
INDUSTRIALES A LA PLANTA DE NUEVA  
CONSTRUCCIÓN Y LAS PLANTAS ACTUALES OBJETO  
DE MODIFICACIÓN**

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Anexo de Protección contra Incendios del “Proyecto Básico de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Proyecto del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”. Este último tiene por objeto solicitar la Modificación Sustancial de la Autorización Ambiental Integrada (en adelante AAI) otorgada a la Planta de Biometanización y Compostaje de Pinto, Planta de Envases y Depósito de Rechazos (AAI-5.019. Exp.:10-IPPC-00010.2/2019), incorporando las nuevas instalaciones propuestas en la parcela Anexa a las actuales, así como la modificación de parte de las instalaciones existentes.

El presente proyecto de solicitud de ampliación de AAI, comprende la construcción de un nuevo complejo de tratamiento de residuos anexo a las actuales instalaciones, así como la mejora y adaptación de las plantas existentes. La Planta cuenta en la actualidad con las siguientes instalaciones:

- Planta de Biometanización y Compostaje, de tratamiento de Fracción RESTO (residuos mezclados). En estas instalaciones se lleva a cabo la clasificación de los residuos entrantes, provenientes de la recogida del contenedor de residuos mezclado o fracción resto, desde la cual se separa la materia orgánica (MOR, o materia orgánica recuperada), que se somete dos tratamientos diferentes; por un lado, un tratamiento aeróbico en mesetas de compostaje y un posterior afino para obtención de bioestabilizado, y por otro, un tratamiento de biometanización con obtención de biogás.
- Planta de Tratamiento de Envases. En esta planta se tratan los envases provenientes de la planta de tratamiento de la fracción resto, de tal modo que se eliminan los impropios y se separan los envases de plástico para su posterior gestión a planta de reciclaje de plástico. El producto se embala y se acopia en el exterior para su retirada.
- Depósito de residuos no peligrosos. Anexo a las instalaciones descritas se dispone un vaso de vertido en el cual se depositan los rechazos de planta. El vertedero actual no es objeto de las actuaciones objeto del presente proyecto.

Las actuaciones planteadas en el presente proyecto son las siguientes:

- Construcción de un nuevo Complejo de Tratamiento de Residuos en una parcela anexa a las instalaciones existentes en el lado oeste, propiedad de la Mancomunidad del Sur. En esta parcela de 14 ha, se construirán varias naves, constituyendo un gran complejo donde se tratarán de forma independiente los residuos provenientes de la fracción mezclada (RESTO), los residuos voluminosos, así como los residuos de fracciones de recogida selectiva como la orgánica (FORS), envases, papel/cartón, así como animales muertos.
- Sustitución, adaptación y mejora de las instalaciones actuales de tratamiento de fracción resto, para convertirlas en instalaciones de tratamiento de la fracción orgánica de recogida selectiva (FORS), mediante proceso de compostaje y afinado para obtención de compost de calidad. Para ello se sustituirá parte de la maquinaria y se acondicionará parte de la obra civil de las naves (soleras, y cerramientos)
- Adaptación de las instalaciones exteriores de biometanización. Reformando y adaptando parte de los equipos existentes para mejorar el rendimiento.
- Mejora de las instalaciones actuales de tratamiento de envases. Ampliación de equipos y reforma de los existentes para ampliar la producción requerida para el nuevo complejo.

En el presente anejo se estudiarán las medidas de protección contra incendio que se dispondrán para dar cumplimiento a la reglamentación industrial de aplicación tanto en las nuevas instalaciones como en las instalaciones actuales, objeto de reforma.

Así mismo, y dado que en el nuevo complejo existe un edificio de uso administrativo de más de 250 m<sup>2</sup>, se aplicará la reglamentación del DBSI (Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio) a dicho edificio para cubrir todos los requerimientos normativos.

## 2.- OBJETO DEL PRESENTE ANEXO

En este anexo se establecen los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deberá cumplir el establecimiento destinado a uso industrial, para su seguridad en caso de incendio, evitando su generación y para dar la respuesta adecuada al mismo, caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes, de acuerdo con la normativa legal vigente **Real Decreto 2267/2004 “Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales”**.

Indicar que, en aquellos puntos en los que el Real Decreto 2267/2004 haga referencia, será de aplicación el DB-SI “Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio” de marzo de 2006 y actualización según RD 173/2010 por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación.

### 3.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Al establecimiento industrial destinado a la Planta objeto del presente anteproyecto le es de aplicación el RD 2267/2004, al tratarse de una industria, tal y como se define en el artículo 2 del RD 2267/2004:

*“Se consideran industrias, a los efectos de la presente Ley, las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados”.*

Por tanto, se aplica el reglamento a todo el establecimiento en su conjunto, salvo al edificio administrativo, que por tener una superficie mayor a 250 m<sup>2</sup> se le aplica el Documento Básico en caso de Incendio, DBSI del Código Técnico de la Edificación española, tal y como se cita en el RD 2267/2004:

*“Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:*

- *Zona comercial: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.*
- *Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.*
- *Archivos: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup> o volumen superior a 750 m<sup>3</sup>.*
- *Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m<sup>2</sup> o capacidad para servir más de 100 comensales simultáneamente.*
- *Biblioteca: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.*
- *Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas”.*

En nuestro caso, en el nuevo Complejo de Tratamiento, se dispondrá una edificación independiente para uso administrativo de más de 250 m<sup>2</sup>, por lo que se le aplicará el DBSI.

#### **4.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN**

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo de 2006 “Código Técnico de la Edificación: DBSI Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio”.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- Relación de normas UNE de aplicación según la reglamentación de referencia.

## 5.- DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

El Complejo Medioambiental CM1 de Pinto constará de distintas áreas para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur una vez se ejecuten las nuevas instalaciones previstas para el tratamiento de la fracción RESTO, tratamiento biológico, voluminosos y planta de preparación de CSR, y se adecue y amplíe la capacidad de las instalaciones existentes de Selección de Envases, y se convierta la actual Planta de Tratamiento de la fracción RESTO de Biopinto en la futura Planta de Tratamiento de los Biorresiduos procedentes de la recogida selectiva (FORS).



El nuevo complejo, con la nueva Planta de tratamiento de la fracción RESTO, y que también incluye como se ha dicho una línea de clasificación de voluminosos, una planta de tratamiento biológico para bioestabilización de la materia orgánica recuperada, y una planta de preparación de CSR constituye un conjunto de nuevas edificaciones incluidas en la zona enmarcada en color fucsia.

Por el contrario, tanto el área de Planta de Selección de Envases (PSE Pinto), como el área de la Planta de Tratamiento de la fracción orgánica procedente de recogida

selectiva, son remodelaciones y adecuaciones de las instalaciones existentes en la actualidad.

Así mismo, tanto las actuaciones sobre el Depósito Controlado como en el Área Punto Limpio quedan fuera del alcance del presente anejo por no ser consideradas establecimientos industriales.

El presente anexo por tanto establecerá las medidas de protección contra incendios tanto en las nuevas zonas como en las reformadas, en aplicación de la reglamentación correspondiente.

#### Nuevo Complejo de Tratamiento de Residuos

El nuevo complejo de tratamiento de residuos contará con una planta de tratamiento de la fracción RESTO, una de tratamiento de residuos voluminosos, un área de tratamiento biológico y compostaje de la fracción orgánica de recogida selectiva, y una línea para preparación de combustible derivado de los residuos CSR. Estas líneas, estarán diferenciadas en naves distintas, pero adosadas, formando un complejo en el cual se dispondrán las siguientes unidades de tratamiento:

- Área de control de accesos, global al conjunto de las instalaciones del Complejo donde se realiza la admisión de residuos y el pesaje.
- Zona de recepción de residuos y fosos de almacenamiento y alimentación a líneas.
- Equipos de clasificación mecánica y recuperación de materiales.
- Área de tratamiento biológico de la fracción orgánica separada, mediante un proceso de modular, versátil y automático de bioestabilización en reactores horizontales.
- Área de afino y expedición de material bioestabilizado.
- Almacenes de materiales recuperados, reciclables y valorizables.
- Zona de expedición de rechazos.
- Área de tratamiento de olores, formada por biofiltros donde se conduce los aires captados en las naves de proceso por los ventiladores centrífugos. Se propone un lavado ácido mediante scrubber y un tratamiento pre-humidificador que proporciona la humedad adecuada al aire a tratar. Se proponen biofiltros compuestos por un lecho filtrante de alta eficacia.

- Área de tratamiento de efluentes, donde se dirigen las aguas pluviales sucias y lixiviados de proceso no reutilizados, para la obtención de un agua depurada a recircular en los procesos y de un concentrado a entregar a gestor autorizado.

La planta se compone de las siguientes áreas:

- Pretratamiento físico químico del efluente
- Proceso de ósmosis inversa etapa 1 (lixiviado)
- Proceso de ósmosis inversa etapa 2 (permeado)
- Edificio de Oficinas y Servicios generales.
- Edificio de vestuarios, para el personal de planta.
- Área de caracterizaciones.
- Laboratorio.
- Almacenes de maquinaria, taller y almacenes de repuestos.
- Infraestructuras auxiliares.
  - Centro de entrega de energía y centros de Transformación.
  - Salas eléctricas, de control y cuadros generales de Baja Tensión.
  - Instalación de protección contra incendios. Caseta y depósito de acumulación.
  - Instalaciones de saneamiento. Depósitos de aguas limpias, aguas sucias y aguas de proceso.
  - Instalaciones hidráulicas. Depósito de agua potable y agua industrial.
- Línea para la clasificación de los residuos voluminosos.
- Planta para preparación de CSR (combustible sólidos recuperados).

Se prevé un vial perimetral a las áreas de proceso y una agrupación de éstos que reduce los transportes e interacciones de los vehículos de descarga con el resto de las instalaciones y de la Planta con el exterior dando, a su vez, acceso a todos los edificios.

En el cuadro siguiente se aprecian las superficies construidas para cada una de las áreas de proceso e infraestructuras auxiliares:

“Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

<b>PLANTA TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO</b>		<b>21.391</b>
A1.1	DESCARGA FRACCIÓN RESTO	3.421
A1.2	FOSA DE RECEPCIÓN RESTO	1.541
A1.3	CLASIFICACIÓN MECÁNICA	13.137
A1.4	ÁREA INVESTIGACIÓN	630
A1.5	ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011
A1.6	RECHAZOS	652
<b>PLANTA VOLUMINOSOS Y PREPARACIÓN</b>		<b>8.913</b>
A2.1	FOSO VOLUMINOSOS	1.644
A2.2	PLANTA VOLUMINOSOS	5.176
A2.3	ALMACÉN CSR	2.093
<b>AREA TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>		<b>24.747</b>
A3.1	ÁREA TRATAMIENTO BIOESTABILIZACIÓN	17.972
A3.2	ÁREA DE AFINO	6.776
<b>AREA TRATAMIENTO DE AIRES</b>		<b>3.732</b>
A4.1	BIOFILTRO 2 ALTURAS	1.144
A4.2	BIOFILTRO 2 ALTURAS	1.144
A4.2	EQUIPOS TRATAMIENTO AIRES	1.444
<b>INFRAESTRUCTURAS AUXILIARES</b>		<b>6.070</b>
A5.1	ALMACÉN P.B. Y LABORATORIO	1.306
A5.2	ALMACÉN REPUESTOS	1.086
A5.3	TALLER	1.092
A5.4	PLANTA TRATAMIENTO EFLUENTES LÍQUIDOS	281
A5.5	CONTROL DE ACCESOS	35
A5.6	PARQUING DE MAQUINA MOVIL	1.152
A5.7	INCINERADORA DE ANIMALES DOMÉSTICOS	365
<b>URBANIZACIÓN</b>		<b>76.139</b>
A6.1	VIALES	15.297
A6.2	PLATAFORMAS	31.276
A6.3	ACERAS EN ZONA OFICINAS	2.981
A6.4	ZONAS VERDES	3.429
A6.5	ZONA VERDE PERIMETRAL TALUDES	23.155
<b>EDIFICIOS AUXILIARES</b>		<b>1.184</b>
A7.1	OFICINAS	533
A7.2	VESTUARIOS	285
<b>SUPERFICIE TOTAL INSTALACIÓN</b>		<b>141.615</b>

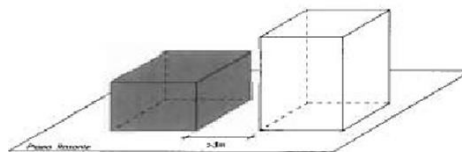
## 6.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

### 6.1.- CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el Artículo 2, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

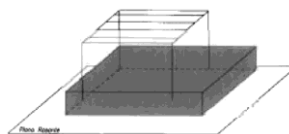
El establecimiento industrial que nos ocupa en su conjunto se clasifica como tipo C, atendiendo a la descripción de establecimiento que se facilita en el apartado 1 del Anexo I del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RD 2267/2004). Al tiempo, el establecimiento se divide en sectores y áreas, a los que se aplicará la configuración que se indica en la tabla a tenor de la caracterización del establecimiento.

- TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



*Establecimiento Tipo C*

- TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral. También se aplicará esta configuración a aquellas estructuras que carezcan de cerramientos, parcial o totalmente, siempre que la ausencia de dichos cerramientos sea tal que permitan una rápida disipación del calor.



*Establecimiento Tipo D*

## 6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Se consideran los siguientes sectores del establecimiento industrial, con las siguientes superficies y tipos. Pueden verse grafiados en planos:

Sector de incendio o local		Superficie (m <sup>2</sup> )	Configuración
S-1	TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	17.959	C
S-2	TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	6.820	C
S-3	ALMACÉN CSR	2.093	C
S-4	ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011	C
S-5	SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	442	C
S-6	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	24.747	C
S-7	ALMACÉN PB	653	C
S-8	LABORATORIO	653	C
S-9	INCINERACIÓN Y PARKING DE MAQUINARIA	1.308	C
S-10	ALMACÉN DE REPUESTOS	1.086	C
S-11	TALLER	1.092	C
S-12	VESTUARIOS	285	C
S-13	CONTROL ACCESOS	35	C
S-14	EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	142	C
S-15	NAVE TRAT. BIORRESIDUOS (RSU ACTUAL)	14259,8	C
S-16	NAVE ENVASES ACTUAL	5448,3	C
A-1	ÁREA TRATAMIENTO AIRES	3.732	E
A-2	ÁREA TRATAMIENTO EFLUENTES	281	E
A-3	AREA AFINO BIORRESIDUOS	4495,6	D
A-4	ÁREA EXT. ALM. BALAS PLÁSTICO	1.000	E

Como se ha comentado en apartados anteriores, el edificio de oficinas, se estudia bajo la aplicación del DBSI, lo cual se realiza en el capítulo final del presente anejo.

Además existen otras zonas que por su simplicidad, su bajo riesgo y por regirse por una normativa específica no se considerarán sectores propiamente numerados, aunque si a

efectos de considerar la aplicación de medidas de protección en ellos:

Otros locales no contabilizados en los sectores	Superficie (m <sup>2</sup> )
Centros de Transformación (CT1-CT6)	22.044
Sala de bombeo PCI	6.820
Sala eléctrica biofiltros	2.093

### 6.3.- DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DE LOS SECTORES DE INCENDIO

Para calcular la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada una de los sectores o áreas de incendio del establecimiento industrial se aplica la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad (MJ / m^2) \text{ o } (Mcal / m^2)$$

donde:

- $Q_s$ : es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $G_i$ : es la masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles)
- $q_i$ : es el poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) existentes en el área de incendio.
- $C_i$ : es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_a$ : coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- $A$ : es la superficie construida de la superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_s$ , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones:

**A)** En aquellas zonas en las que se almacenen productos, la carga de fuego ponderada y corregida se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

- Qs: es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- qvi: carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup>.
- Ci: es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- hi: altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.
- si: superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m<sup>2</sup>.
- A: es la superficie construida de la superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.
- Ra: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

**B)** En aquellas zonas en las que se desarrollen actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento la carga de fuego ponderada y corregida se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} \cdot C_i \cdot S_i}{A} \cdot R_a \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

- Qs: es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- qsi: densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- Si: superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, qsi diferente, en m<sup>2</sup>.

- Ci: es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- A: es la superficie construida de la superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.
- Ra: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

#### 6.4.- DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DEL EDIFICIO INDUSTRIAL

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, se evalúa mediante la expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida Q<sub>e</sub> de dicho edificio industrial

$$Q_e = \frac{\sum Q_{si} \cdot A_i}{\sum A_i} \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

- Q<sub>e</sub>: es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- Q<sub>si</sub>: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- A<sub>ei</sub>: superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

#### 6.5.- DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

A los efectos del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, el nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la carga de fuego, ponderada y corregida, Q<sub>E</sub>, de dicho establecimiento industrial:

$$Q_E = \frac{\sum Q_{ei} \cdot A_i}{\sum A_i} \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

- QE: es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- Qei: densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- Aei: superficie construida de cada uno de los edificios industriales (i), que componen el establecimiento industrial, en m<sup>2</sup>.

### **Grado de peligrosidad**

A continuación, se indica el valor del coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles indicados:

- C<sub>1</sub> Sólidos que comienzan su ignición a temperatura entre 100°C y 200°C. C<sub>1</sub>=1,30
- C<sub>2</sub> Sólidos que comienzan su ignición a temperatura superior a 200°C. C<sub>2</sub>=1,00
- C<sub>3</sub> PRODUCTOS QUÍMICOS COMBUSTIBLES: alta, dado que se trata de líquidos que comienzan su ignición a temperatura inferior a 38°C. C<sub>6</sub>=1,60

## 6.6.- CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS Y NIVELES DE RIESGO

### 6.6.1.- Sector 1. Tratamiento Resto

Se calculará en función de la actividad, ya que podemos encontrar una similitud con la tabla 1.2 del reglamento:

- Materiales usados, tratamiento. Fabricación y venta. Encontrándose un qs de 192 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,6.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 18.727 m<sup>2</sup> un valor de carga total de:

$$qs=18.727 \text{ m}^2 \cdot 192 \text{ Mcal/m}^2 \cdot 1,6^2 / 18.727 = 614,4 \text{ Mcal/m}^2, \text{ resultando RIESGO MEDIO 5}$$

### 6.6.2.- Sector 2. Tratamiento voluminosos.

Al igual que en el caso anterior, se calculará según la actividad:

- Materiales usados, tratamiento. Fabricación y venta. Encontrándose un qs de 192 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,6.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 6.820 m<sup>2</sup> un valor de carga total de:

$$qs=6.820m^2*192 \text{ Mcal}/m^2*1,6^2/6.820=614,4 \text{ Mcal}/m^2, \text{ resultando } \mathbf{RIESGO \text{ MEDIO } 5}$$

#### **6.6.3.- Sector 3. Almacén CSR**

Al igual que en el caso anterior, se calculará según la actividad de tratamiento de materiales usados, pero en este caso para almacenamiento:

- Materiales usados, almacenamiento. Encontrándose un qs de 817 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 2, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 2.093 m<sup>2</sup>, con una superficie de almacenamiento de 950 m<sup>2</sup> y altura de 3 m un valor de carga total de:

$$qs=950m^2*3m*817\text{Mcal}/m^2*1,3^2/2.093m^2=2.892,5 \text{ Mcal}/m^2, \text{ resultando } \mathbf{RIESGO}$$

**ALTO 7**

#### **6.6.4.- Sector 4. Almacén Materiales recuperados**

Al igual que en el caso anterior, se calculará según la actividad de tratamiento de materiales usados, para almacenamiento:

- Materiales usados, almacenamiento. Encontrándose un qs de 817 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 2, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 2.011 m<sup>2</sup>, con una superficie de acopio de 600 m<sup>2</sup> y altura de 3 m un valor de carga total de:

$$qs=600m^2*3m*817 \text{ Mcal}/m^2*1,3^2/2.011m^2=1.901,3 \text{ Mcal}/m^2, \text{ resultando } \mathbf{RIESGO}$$

**ALTO 7**

### 6.6.5.- Sector 5. Sala eléctrica y de control

Este sector tiene dos recintos, la planta baja destinada a cuadros eléctricos y la planta primera que será una sala técnica para control de proceso. Cada una de ellas con una superficie construida de 221 m<sup>2</sup>.

- Planta Baja. Aparatos eléctricos. Encontrándose un qs de 96 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1
- Planta primera. Oficinas técnicas. Encontrándose un qs de 144 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 442 m<sup>2</sup>:

$qs=(221m^2*96Mcal/m^2*1*1+221m^2*144Mcal/m^2*1,3*1)/2.093m^2=141,6$  Mcal/m<sup>2</sup>,  
resultando **RIESGO BAJO 2**

### 6.6.6.- Sector 6. Tratamiento biológico

En este sector y dado que toda la carga de fuego reside en un único material, la materia orgánica que se bioestabiliza, se optará por el cálculo a partir de la carga térmica. Se encuentran dos tipos de proceso:

- Área de bioestabilizado: caracterizado porque la materia orgánica está mezclada con estructurante proveniente de restos de poda, y es regada continuamente y mantenida en una ambiente de saturación. Por tanto puede asumirse que tanto el riesgo de activación como el coeficiente de peligrosidad son mínimos adoptándose el valor de 1 para ambos.
- Área de afino: En esta área, a la materia orgánica se le extrae el estructurante. Sin embargo el producto está seco por lo que puede adoptarse un coeficiente de peligrosidad de 1,3 y un riesgo de activación de 1,5.

Para el área de bioestabilizado se considerará una altura para cálculo de la carga combustible de 2 metros mientras que en la zona de afino la altura del producto

almacenado podrá alcanzar los 2,5 metros.

Con respecto al poder calorífico considerado para los distintos productos se adoptarán los siguientes valores:

En el área de bioestabilizado, con estructurante y alto contenido en humedad:

- Densidad de la materia orgánica con estructurante: 0,4 t/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico material orgánica con estructurante: 1,2 Mcal/Kg
- Area total de tratamiento de producto: 2 cubetos de 5.000 m<sup>2</sup> cada uno = 10.000m<sup>2</sup>
- Altura de acopio de producto: 2 m
- Coeficiente de peligrosidad: 1
- Riesgo de activación:1
- Superficie total de la nave de tratamiento biológico:17.972

En el área de afino, sin estructurante y bajo contenido en humedad:

- Densidad de la materia orgánica con estructurante: 0,6 t/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico material orgánica con estructurante: 1,5 Mcal/Kg
- Area total de almacenamiento de producto: 2.200 m<sup>2</sup>
- Altura de acopio de producto: 2.5 m
- Coeficiente de peligrosidad: 1,3
- Riesgo de activación:1,5 (\*)
- Superficie total de la nave de afino: 6.776 m<sup>2</sup>

Por lo que la superficie total del sector es de 24.747 m<sup>2</sup>

(\*) El área de actividad con un riesgo de activación de 1,5 no supone más del 10% del área total del sector por lo que solo se adoptará para el almacenamiento en cuestión.

El cálculo total de la densidad de carga del fuego del sector será:

$$qs=(10.000m^2*2m*400kg/m^3*1,2Mcal/kg*1x1+2.200m^2*2,5m*600kg/m^3*1,5Mcal/kg*1,3x1,5)/24.747m^2=777,9 \text{ Mcal/m}^2 = \text{RIESGO MEDIO 5}$$

#### **6.6.7.- Sector 7. Almacén PB**

Este sector tiene una superficie construida de 653 m<sup>2</sup>. Servirá almacén para diferentes componentes del proceso, como bobinas de plástico, suministros de consumibles, material eléctrico, et.

Su actividad se asemejará a artículos de Materias sintéticas almacenamiento. Encontrándose para esta actividad en la tabla 1.2 del reglamento un qs de 192 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3. Se considerará un volumen de almacenamiento dado por una ocupación del local del 50% y una altura de 3m.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 653 m<sup>2</sup>:

$$qs=(653m^2*0,5*3*192Mcal/m^2*1,3*1,5/653m^2=561,6 \text{ Mcal/m}^2, \text{ resultando } \mathbf{RIESGO \text{ MEDIO } 5}$$

#### **6.6.8.- Sector 8. Laboratorio**

Este sector, constituye la plata superior del almacén analizado en el punto anterior, e igualmente tiene una superficie construida de 653 m<sup>2</sup>.

Su actividad se asemejará a laboratorios químicos. Encontrándose para esta actividad en la tabla 1.2 del reglamento un qs de 120 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,6.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 653 m<sup>2</sup>:

$$qs=(653 \text{ m}^2*120Mcal/m^2*1,6*1,5/653m^2=288 \text{ Mcal/m}^2, \text{ resultando } \mathbf{RIESGO \text{ MEDIO } 3}$$

#### **6.6.9.- Sector 9. Incineración de animales muertos y parking de maquinaria**

Este sector está formado por dos edificaciones independientes el recinto destinado a la incineración de animales muertos, de 365 m<sup>2</sup>, que asemejaremos a la actividad de hornos dada por el reglamento y el parking de maquinaria, con una superficie de 1.152 m<sup>2</sup>, que asemejaremos a la actividad de automóviles, garajes y aparcamientos:

- Incineración de animales muertos. Encontrándose un qs de 48 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1
- Parking de maquinaria. Encontrándose un qs de 48 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,6.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 1.308 m<sup>2</sup>:

$qs=(365m^2*48Mcal/m^2*1*1+1.152m^2*48Mcal/m^2*1,6*1)/1.308m^2=81,03Mcal/m^2$ ,  
resultando **RIESGO BAJO 1**

#### **6.6.10.- Sector 10. Almacén de repuestos**

Este sector tiene una superficie construida de 1.086 m<sup>2</sup>. Servirá almacén para el taller de reparaciones.

Su actividad se asemejará a “almacenes de talleres” según la tabla 1.2. Encontrándose para esta actividad un qs de 288 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 2, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3. Se considerará un volumen de almacenamiento dado por una ocupación del local del 50% y una altura de 2m.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 1.086 m<sup>2</sup>:

$qs=(543m^2*288Mcal/m^2*1,3*2)/1.086m^2=374,4$  Mcal/m<sup>2</sup>, resultando **RIESGO MEDIO 4**

#### **6.6.11.- Sector 11. Taller**

Este sector tiene una superficie construida de 1.092 m<sup>2</sup>. Servirá de taller de reparaciones de la maquinaria de planta.

Su actividad se asemejará a “talleres de reparación” según la tabla 1.2. Encontrándose para esta actividad un qs de 96 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de

peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 1.092m<sup>2</sup>:

$qs=(1.092m^2*96Mcal/m^2*1,3*1/1.092m^2=124,8$  Mcal/m<sup>2</sup>, resultando **RIESGO BAJO 2**

#### **6.6.12.- Sector 12. Vestuarios**

Este sector tiene una superficie construida de 285 m<sup>2</sup>. Servirá de vestuario para el personal de planta.

Su actividad se asemejará a “guardarropa, armarios de madera” según la tabla 1.2, encontrándose para esta actividad un qs de 96 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 285m<sup>2</sup>:

$qs=(285m^2*96Mcal/m^2*1,3*1/285m^2=124,8$  Mcal/m<sup>2</sup>, resultando **RIESGO BAJO 2**.

#### **6.6.13.- Sector 13. Control de accesos**

Este sector tiene una superficie construida de 35 m<sup>2</sup>. Constituye la caseta de control de accesos junto a las básculas de pesaje.

Su actividad se asemejará a “Oficinas técnicas” según la tabla 1.2, encontrándose para esta actividad un qs de 144 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 35m<sup>2</sup>:

$qs=(35m^2*144Mcal/m^2*1,3*1/35m^2=187,2$  Mcal/m<sup>2</sup>, resultando **RIESGO BAJO 2**

#### **6.6.14.- Sector 14. Edificio tratamiento de efluentes**

Consiste en una pequeña edificación de 142 m<sup>2</sup>, donde se sitúa la sala de control del proceso de depuración de 29 m<sup>2</sup>.

Su actividad se asemejará a “Oficinas técnicas” según la tabla 1.2, encontrándose para esta actividad un qs de 144 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad

puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

El resto de sector comprende un espacio diáfano pudiendo contener algún equipo por lo que se le atribuirá la actividad de maquinaria según la tabla 1.2 del reglamento con un  $qs=48 \text{ Mcal/m}^2$  un  $Ra=1$  y un  $ci=1$ .

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de  $142\text{m}^2$ :

$$qs=(29\text{m}^2*144\text{Mcal/m}^2*1,3*1+113\text{m}^2*48\text{Mcal/m}^2*1*1)/142\text{m}^2=76,4 \quad \text{Mcal/m}^2,$$

resultando **RIESGO BAJO 1**

#### **6.6.15.- Sector 15. Nave Tratamiento RESTO/BIORRESIDUOS Actual**

Esta nave es existente. No se modificará la morfología de la nave, pero si la actividad del interior, puesto que pasará a ser una nave para tratamiento de la materia orgánica procedente de la recogida selectiva, y se cambiará la maquinaria y zonas de tratamiento. Para la configuración final se tendrán las siguientes zonas:

Clasificación de la fracción resto entrante: Se calculará en función de la actividad, con superficie de  $12\,758,29$  (se descuentan los usos destinados al almacenamiento de estructurante y al reactor biológico) ya que podemos encontrar una similitud con la tabla 1.2 del reglamento:

- Materiales usados, tratamiento. Fabricación y venta. Encontrándose un  $qs$  de  $192 \text{ Mcal/m}^2$ . El valor de  $Ra$ , se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un  $ci$  de 1,6.

Zona de acopio de fracción vegetal triturada para mezclar con la materia orgánica y formación de estructurante para el compostaje, de  $346,51 \text{ m}^2$  y una altura de acopio de unos  $2,5 \text{ m}^2$ .

- Madera, virutas, Almacenamiento. Con un  $qs$  de  $505 \text{ Mcal/m}^3$ . El valor de  $Ra$ , se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 2, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un  $ci$  de 1,3.

Zona de reactor biológico, de  $1155,0 \text{ m}^2$  donde se realiza el tratamiento aeróbico de la materia orgánica que se composta, se optará por el cálculo a partir de la carga térmica:

- Área de bioestabilizado: caracterizado porque la materia orgánica está

mezclada con estructurante proveniente de restos de poda, y es regada continuamente y mantenida en una ambiente de saturación. Por tanto puede asumirse que tanto el riesgo de activación como el coeficiente de peligrosidad son mínimos adoptándose el valor de 1 para ambos. Para el área de bioestabilizado se considerará una altura para cálculo de la carga combustible de 2 metros. Con respecto al poder calorífico considerado para los distintos productos se adoptarán los siguientes valores: En el área de bioestabilizado, con estructurante y alto contenido en humedad:

- Densidad de la materia orgánica con estructurante: 0,4 t/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico material orgánica con estructurante: 1,2 Mcal/Kg
- Área total de tratamiento de producto: 1.155 m<sup>2</sup>.
- Altura de acopio de producto: 2 m
- Coeficiente de peligrosidad: 1
- Riesgo de activación:1

Se adoptará un coeficiente de peligrosidad de 1,6 para todas las actividades de igual o menor riesgo puesto que la superficie ocupada por la actividad con este riesgo de actividad es mayor al 10 % del total.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 14.259,8 m<sup>2</sup> un valor de carga total de:

$$qs = ((12.758,29 \text{ m}^2 * 192 \text{ Kcal/m}^2 * 1,5 * 1,6) + (346 \text{ m}^2 * 2,5 \text{ m} * 505 \text{ Kcal/m}^3 * 1,3 * 2) + (1.155,0 \text{ m}^2 * 2 \text{ m} * 400 \text{ Kg/m}^3 * 1,2 \text{ Mcal/Kg} * 1 * 1,6)) / (14259,8) = 616,337 \text{ Kcal/m}^2, \text{ resultando}$$

#### **RIEGO MEDIO 5**

#### **6.6.16.- Sector 16. Nave envases Actual**

Se calculará en función de la actividad, ya que podemos encontrar una similitud con la tabla 1.2 del reglamento:

- Materiales usados, tratamiento. Fabricación y venta. Encontrándose un qs de 192 Mcal/m<sup>2</sup>. El valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del

reglamento, siendo de 1,5, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,6.

Por tanto se tendrá para un superficie total del sector de 5.448,3 m<sup>2</sup> un valor de carga total de:

$qs=5.448,3 \text{ m}^2 \cdot 192 \text{ Mcal/m}^2 \cdot 1,6^2 / 5.448,3 = 614,4 \text{ Mcal/m}^2$ , resultando **RIESGO MEDIO 5**

#### 6.6.17.- ÁREA1. Área de tratamiento de aires

Esta área de 3.732 m<sup>2</sup> está constituida por las torres de lavado químico, los ventiladores de extracción de aire de las naves, así como por los biofiltros.

Los biofiltros son equipos de filtración constituidos por una edificación de obra civil con un plenum inferior por donde pasa el aire en flujo ascendente atravesando un lecho de virutas y ramas de leña de brezo y pino que contiene un cultivo de bacterias capaces de fijar los olores, reduciendo la carga odorífera del aire. El aire sale por una chimenea en la parte superior.

El biofiltro se mantiene en constante riego estando la leña continuamente mojada y el ambiente en total saturación.

Por tanto, para el cálculo de la carga de fuego de los biofiltros, se tendrá en cuenta el aporte del lecho, encontrándose que la actividad a la que se asemeja según la tabla 1.2 del reglamento es “madera, virutas” con un  $qv=505 \text{ Mcal/m}^3$ , un  $Ra=2$  según tabla 1.2 del reglamento y un  $ci=1,3$  según el catálogo de Cepreven. Aunque en condiciones normales la leña mojada no puede arder, consideraremos su carga de fuego, considerando así las condiciones más desfavorables.

Cada biofiltro contiene dos plantas, encontrándose un lecho en cada planta de unos 1.100 m<sup>2</sup> con una altura de 1,5 m.

Para el resto de superficie del área de incendios, unos 772 m<sup>2</sup>, se contabilizará como “máquinas” según la tabla 1.2 con un  $Ra=1$  y un  $ci=1$  como se ha justificado anteriormente.

Por tanto, se tendrá una carga total de:

$qs=(1.100\text{m}^2 \cdot 1,5\text{m} \cdot 4 \cdot 505\text{Mcal/m}^3 \cdot 1,3^2 + 772\text{m}^2 \cdot 48 \text{ Mcal/m}^2 \cdot 1^2) / 3.732\text{m}^2 = 2.331,9 \text{ Mcal/m}^2$ , resultando **RIESGO ALTO 7.**

#### **6.6.18.- ÁREA2. Área de tratamiento de efluentes líquidos**

Esta zona está destinada a la depuración de las aguas de lixiviados, no tiene productos combustibles, pues está constituida por el conjunto de equipos destinados a la depuración físico química de las aguas residuales industriales de la planta, y los depósitos de ácidos, bases y electrolitos necesarios para el proceso. Tiene una superficie de 281 m<sup>2</sup>.

Por tanto, se asemeja a la actividad de “máquinas” de la tabla 1.2 encontrándose una carga de fuego de 48 Mcal/m<sup>2</sup>, con  $R_a=1$ , y un  $c_i=1$  según el catálogo CEA de Cepreven,

Por tanto la carga de fuego es de 48 Mcal/m<sup>2</sup> constituyendo un área tipo E de **RIESGO BAJO 1**.

#### **6.6.19.- ÁREA3. Área de Afino Biorresiduos (en actual planta de tratamiento de resto)**

En área, de 4.495,6 m<sup>2</sup> en total, consiste en una nave cubierta con las fachadas abiertas donde se continua el compostaje de la fracción orgánica de recogida selectiva y se realiza el afino del compost. Se encuentran dos tipos de proceso:

- Área de bioestabilizado: caracterizado porque la materia orgánica está mezclada con estructurante proveniente de restos de poda, y es regada continuamente y mantenida en una ambiente de saturación. Por tanto puede asumirse que tanto el riesgo de activación como el coeficiente de peligrosidad son mínimos adoptándose el valor de 1 para ambos.
- Área de afino: En esta área, a la materia orgánica se le extrae el estructurante. Sin embargo el producto está seco por lo que puede adoptarse un coeficiente de peligrosidad de 1,3 y un riesgo de activación de 1,5.

Para el área de bioestabilizado se considerará una altura para cálculo de la carga combustible de 2 metros mientras que en la zona de afino la altura del producto almacenado podrá alcanzar los 2,5 metros.

Con respecto al poder calorífico considerado para los distintos productos se adoptarán

los siguientes valores:

En el área de bioestabilizado, con estructurante y alto contenido en humedad:

- Densidad de la materia orgánica con estructurante: 0,4 t/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico material orgánica con estructurante: 1,2 Mcal/Kg
- Área total de tratamiento de producto: 845 m<sup>2</sup>
- Altura de acopio de producto: 2 m
- Coeficiente de peligrosidad: 1
- Riesgo de activación:1

En el área de afino, sin estructurante y bajo contenido en humedad:

- Densidad de la materia orgánica con estructurante: 0,6 t/m<sup>3</sup>
- Poder calorífico material orgánica con estructurante: 1,5 Mcal/Kg
- Area total de almacenamiento de producto; 450 m<sup>2</sup>
- Altura de acopio de producto: 2.5 m
- Coeficiente de peligrosidad: 1,3
- Riesgo de activación:1,5 (\*)

Por lo que la superficie total del sector es de 24.747 m<sup>2</sup>

(\*) El área de actividad con un riesgo de activación de 1,5 no supone más del 10% del área total del sector por lo que solo se adoptará para el almacenamiento en cuestión.

El cálculo total de la densidad de carga del fuego del sector será:

$$qs=(845m^2*2m*400kg/m^3*1,2Mcal/kg*1x1+450m^2*2,5m*600kg/m^3*1,5Mcal/kg*1,3x1,5)/4.495,6 m^2= 619,6 Mcal/m^2 = \text{RIESGO MEDIO 5}$$

#### 6.6.20.- Área 4. Almacén Balas de plástico en exterior

Se calculará según la actividad de tratamiento de materiales usados, pero en este caso para almacenamiento:

- Materiales usados, almacenamiento. Encontrándose un qs de 817 Mcal/m<sup>2</sup>. El

valor de Ra, se obtiene directamente de la tabla 1.2 del reglamento, siendo de 2, mientras que el valor del coeficiente de peligrosidad puede extraerse del catálogo CEA de CEPREVEN, donde se indica un ci de 1,3.

Por tanto se tendrá para un superficie total de almacenamiento de 1.000 m<sup>2</sup> y altura de 3 m un valor de carga total de:

$q_s = 1.000 \text{ m}^2 \cdot 3 \text{ m} \cdot 817 \text{ Mcal/m}^2 \cdot 1,3^2 / 1.000 = 2.892,5 \text{ Mcal/m}^2$ , resultando **RIESGO ALTO 7**

#### 6.6.21.- ESTABLECIMIENTO CONJUNTO

Para la clasificación del establecimiento en su conjunto se emplea la siguiente fórmula:

$$\Sigma (Q_{s_{\text{sector}}} \cdot S_{\text{sector}}) / S_{\text{total}}$$

Sector de incendio o local	Superficie (m <sup>2</sup> )	qs(Mcal/m <sup>2</sup> )	Q (Mcal)	RIESGO
S-1 TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	17.959	614,4	11034009,6	MEDIO 5
S-2 TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	6.820	614,4	4190208	MEDIO 5
S-3 ALMACÉN CSR	2.093	2892,5	6054002,5	ALTO 7
S-4 ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011	1901,3	3823514,3	ALTO 7
S-5 SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	442	141,6	62587,2	BAJO 2
S-6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO	24.747	777,9	19250691,3	MEDIO 5
S-7 ALMACÉN PB	653	561,6	366724,8	MEDIO 5
S-8 LABORATORIO	653	288	188064	MEDIO 3
S-9 INCINERACIÓN Y PARKING DE MAQUINARIA	1.308	81,03	105987,24	BAJO 1
S-10 ALMACÉN DE REPUESTOS	1.086	374,4	406598,4	MEDIO 4
S-11 TALLER	1.092	124,8	136281,6	BAJO 2
S- VESTUARIOS	285	124,8	35568	BAJO 2

“Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

12					
S-13	CONTROL ACCESOS	35	187,2	6552	BAJO 2
S-14	EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	142	76,4	10848,8	BAJO 1
S-15	NAVE TRAT. BIORRESIDUOS (RSU ACTUAL)	14.259,30	616,37	8789004,741	MEDIO 5
S-16	NAVE ENVASES (ACTUAL)	5.448,30	614,4	3347435,52	MEDIO 5
A-1	ÁREA TRATAMIENTO AIRES	3.732	2331,9	8702650,8	ALTO 7
A-2	ÁREA TRATAMIENTO EFLUENTES	281	48	13488	BAJO 1
A-3	ÁREA AFINO BIORRESIDUOS	4.495,60	619,62	2785563,672	MEDIO 5
A-4	ÁREA EXT. ALMACÉN BALAS DE PLÁSTICO	1.000,00	2892,5	2892500	ALTO 7
	<b>TOTAL</b>	<b>88.542</b>	<b>815,47</b>	<b>72.202.280</b>	<b>ALTO 6</b>

Por lo que la carga de fuego del establecimiento conjunto es de **815,5 Mcal/m<sup>2</sup>** correspondiendo a un riesgo **ALTO 6**.

## 7.- REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

### 7.1.- CONDICIONES DEL ENTORNO DEL EDIFICIO.

Se consideran fachadas accesibles del edificio aquellas que disponen de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. En planos se justifica el acceso a cada una de las áreas del establecimiento al personal del servicio de extinción de incendios, así como la siguiente condición que deben cumplir los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles.

- En los tramos curvos, el carril de rodadura quedará delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m con una anchura libre de circulación de 7,20 m.

También deberán cumplir:

- Anchura mínima libre: 5,0 m
- Altura mínima libre o gálibo: 4,5 m
- Capacidad portante del vial: 2.000 Kp/m<sup>2</sup>

### 7.2.- UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL

La ubicación de todos los sectores está permitida ya que la configuración del establecimiento industrial es tipo C.

	Sector de incendio o local	Superficie (m <sup>2</sup> )	RIESGO	SUP. MAX.
S-1	TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	17.959	MEDIO 5	3500 (*)
S-2	TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	6.820	MEDIO 5	3500 (*)
S-3	ALMACÉN CSR	2.093	ALTO 7	2500
S-4	ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011	ALTO 7	2500
S-5	SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	442	BAJO 2	6000
S-6	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	24.747	MEDIO 5	3500 (*)
S-7	ALMACÉN PB	653	MEDIO 5	3500
S-8	LABORATORIO	653	MEDIO 3	5000
S-9	INCINERACIÓN Y PARKING DE MAQUINARIA	1.308	BAJO 1	SL
S-10	ALMACÉN DE REPUESTOS	1.086	MEDIO 4	4000
S-11	TALLER	1.092	BAJO 2	6000
S-12	VESTUARIOS	285	BAJO 2	6000
S-13	CONTROL ACCESOS	35	BAJO 2	6000

S-14	EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	142	BAJO 1	SL
S-15	NAVE TRAT. BIORRESIDUOS (RSU ACTUAL)	14.259,30	MEDIO 5	3500 (*)
S-16	NAVE ENVASES (ACTUAL)	5.448,30	MEDIO 5	3500 (*)
A-1	ÁREA TRATAMIENTO AIRES	3.732	ALTO 7	SL
A-2	ÁREA TRATAMIENTO EFLUENTES	281	BAJO 1	SL
A-3	ÁREA AFINO BIORRESIDUOS	4.495,60	MEDIO 5	SL
A-4	ÁREA EXT. ALMACÉN BALAS DE PLÁSTICO	1.000,00	ALTO 7	SL

(\*) Si se dispone de instalación automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar es superior a 10 m no hay límite para la superficie del sector.

Por lo tanto, la sectorización dispuesta es acorde al RD 2267/2004.

### 7.3.- MATERIALES

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el mercado CE.

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.

#### 7.3.1.- Productos de revestimiento

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial serán:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 (M2) o más favorable
- Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humos que se instalen en las cubiertas serán al menos de la clase D-s2d0 (M3) o más favorable.
- Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más

favorables.

### **7.3.2.- Productos incluidos en paredes y cerramientos**

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo, sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado anterior, la capa y su revestimiento, en su conjunto: serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados como de riesgo intrínseco bajo, para los que será suficiente la clasificación Ds3 d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos. Este será el caso del área de fermentación, nave taller, edificio de control de accesos y depuradora.

### **7.3.3.- Otros productos**

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico, los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc, serán de la clase C-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables situados en el interior de falso techos serán no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida, se acreditará mediante ensayo de tipo, o Certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un Organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos se considerarán de clase A1 (M0).

## **7.4.- ESTABILIDAD AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS PORTANTES**

Atendiendo al apartado 4.1 del Reglamento de Seguridad Contra Incendios, los valores de estabilidad al fuego de las estructuras portantes y escaleras de evacuación podrán adoptar los siguientes valores según la tabla 2.2 del reglamento:

“Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO C
	Planta sobre rasante
BAJO	R 30
MEDIO	R 60
ALTO	R 90

Se resume a continuación la estabilidad exigida en cada uno de los sectores:

Sector de incendio o local		Superficie (m <sup>2</sup> )	RIESGO	RES. ESTRUCC. (*)
S-1	TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	17.959	MEDIO 5	R-60
S-2	TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	6.820	MEDIO 6	R-60
S-3	ALMACÉN CSR	2.093	ALTO 7	R-90
S-4	ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011	ALTO 7	R-90
S-5	SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	442	BAJO 2	R-30
S-6	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	24.747	MEDIO 5	R-60
S-7	ALMACÉN PB	653	MEDIO 5	R-60
S-8	LABORATORIO	653	MEDIO 3	R-60
S-9	INCINERACIÓN Y PARKING DE MAQUINARIA	1.308	BAJO 1	R-30
S-10	ALMACÉN DE REPUESTOS	1.086	MEDIO 4	R-60
S-11	TALLER	1.092	BAJO 2	R-30
S-12	VESTUARIOS	285	BAJO 2	R-30
S-13	CONTROL ACCESOS	35	BAJO 2	R-30
S-14	EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	142	BAJO 1	R-30
S-15	NAVE TRAT. BIORRESIDUOS (RSU ACTUAL)	14.259,30	MEDIO 5	R-60
S-16	NAVE ENVASES (ACTUAL)	5.448,3	MEDIO 5	R-60

(\*) En naves con cubiertas ligeras, no previstas para evacuación de ocupantes, cuando no existan entreplantas en el interior del edificio, y se disponga un sistema de extracción de humos se podrá adoptar un grado de resistencia según la tabla 2.3,

Tabla 2.3

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO C
	Planta sobre rasante
BAJO	No se exige
MEDIO	R-15
ALTO	R-30

Si además existe un sistema rociadores automáticos en cubierta, se aplicará la tabla 2.4

Tabla 2.4

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO C
	Planta sobre rasante
BAJO	No se exige
MEDIO	No se exige
ALTO	R 15

Por lo que se tendrán que cumplir los requerimientos de recubrimiento mínimo en estructuras prefabricadas de hormigón dados por las tablas A.6.5.2 del anejo 6, del punto de la instrucción de hormigón estructural EHE-08 y siguientes en correspondencia con las tablas del anejo C, del DBSI.

Así mismo, en estructuras de acero que lo requieran se les aplicará la protección necesaria de pintura intumescente, o mortero ignífugo para conseguir el grado de resistencia necesario.

#### 7.5.- RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante R.
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E
- Aislamiento térmico I.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2 del RD 2267/2004 para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio (R30 para nivel de riesgo bajo, R60 para medio y R90 para alto).

La distancia mínima, medida en proyección horizontal, entre una ventana y un hueco, o lucernario, de una cubierta será mayor de 2,50 m cuando dichos huecos y ventanas pertenezcan a sectores de incendio distintos y la distancia vertical, entre ellos, sea menor de 5 m. No existen medianerías o muros colindantes con otro establecimiento.

En nuestro caso se tendrán las siguientes exigencias:

- Compartimentación entre sector de riesgo alto y otro sector: EI-90
- Compartimentación entre sector de riesgo medio y otro de riesgo medio o bajo: EI-60
- Compartimentación entre sector de riesgo bajo y otro de riesgo bajo: EI-30
- Franjas en cubierta/fachada entre sectores de riesgo alto y otro sector. EI-45
- Franjas en cubierta/fachada entre sectores de riesgo medio y otro de riesgo medio o bajo. EI-30
- Franjas en cubierta/fachada entre sectores de riesgo bajo y otro de riesgo bajo: EI-15
- Puertas peatonales entre sectores de riesgo alto y otro sector. EI-45
- Puertas peatonales entre sectores de riesgo medio y otro de riesgo medio o bajo. EI-30
- Puertas peatonales entre sectores de riesgo bajo y otro de riesgo bajo: EI-15

Las puertas correderas deberán tener la misma resistencia que los cerramientos compartimentadores.

## 7.6.- EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

### 7.6.1.- Elementos de evacuación

#### *Origen de evacuación*

Se entiende como origen de evacuación todo punto ocupable de un edificio. En este nteproyecto gran parte de la superficie se considerará como de ocupación nula, por estar permanentemente llena de material y cuya operativa se realizará de manera automática, sin presencia de personal o por tratarse de zonas de uso únicamente de mantenimiento.

#### *Recorrido de evacuación*

Es el recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, o

hasta una salida de edificio. Una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computará a efectos del cumplimiento de los límites del recorrido de evacuación.

#### *Recorridos de evacuación alternativo*

Se considera que dos recorridos de evacuación que conducen desde un origen de evacuación hasta dos salidas de planta o edificio diferentes son alternativos cuando en dicho origen forman entre sí un ángulo mayor que 45° o bien están separados por elementos constructivos que sean EI-30 e impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo.

#### *Salida del edificio*

Toda puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro.

#### *Espacio exterior seguro*

Es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio ya permite su dispersión en condiciones de seguridad.

#### *Altura de evacuación*

Altura de evacuación es la mayor diferencia de cotas entre cualquier origen de evacuación y la salida del edificio que le corresponda. La pendiente de las rampas que se utilicen como recorrido de evacuación no será mayor que el 15 por 100.

### **7.6.2.- Cálculo de la ocupación**

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará la ocupación de los mismos, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 \cdot (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200$$

$$P = 215 + 1,03 \cdot (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 \cdot (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde P representa el número de personas que constituyen la plantilla que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

La totalidad de la plantilla que constituyen los sectores correspondientes al establecimiento industrial es la siguiente:

SECTOR	Nº DE TRABAJADORES SIMULTÁNEOS	Ocupación
TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	15	17
TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	5	6
ALMACÉN CSR	0	0
ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	0	0
SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	5	6
TRATAMIENTO BIOLÓGICO	2	3
ALMACÉN PB	0	0
LABORATORIO	3	4
INCINERACIÓN Y PARKING DE MAQUINARIA	2	3
ALMACÉN DE REPUESTOS	0	0
TALLER	3	4
VESTUARIOS	20	22
CONTROL ACCESOS	2	3
EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	0	0
TRATAMIENTO DE BIORRESIDUOS (RSU ACTUAL)	10	11
NAVE ENVASES (ACTUAL)	36	40

### 7.6.3.- Número y disposición de las salidas

A continuación, se indica la longitud del recorrido de evacuación máximo de cada uno de los sectores de incendio, en función del riesgo intrínseco de los mismos y de la siguiente tabla:

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo (*)	35m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	----	25 m

(\*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo BAJO 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los

revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(\*\*) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Sector de incendio o local		Superficie (m <sup>2</sup> )	RIESGO	RES. ESTRU. (*)	SALIDAS	MAX. DIST. REC (m)
S-1	TRATAMIENTO FRACCIÓN RESTO	17.959	MEDIO 5	R-60	>2	50
S-2	TRATAMIENTO VOLUMINOSOS	6.820	MEDIO 6	R-60	>2	50
S-3	ALMACÉN CSR	2.093	ALTO 7	R-90	2	25
S-4	ALMACÉN MATERIALES RECUPERADOS	2.011	ALTO 7	R-90	>2	25
S-5	SALA ELÉCTRICA Y DE CONTROL	442	BAJO 2	R-30	1	50
S-6	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	24.747	MEDIO 5	R-60	>2	50
S-7	ALMACÉN PB	653	MEDIO 5	R-60	2	50
S-8	LABORATORIO	653	MEDIO 3	R-60	1	35
S-9	INCINERACIÓN-PARKING DE MAQUINARIA	1.308	BAJO 1	R-30	1-2	50
S-10	ALMACÉN DE REPUESTOS	1.086	MEDIO 4	R-60	2	50
S-11	TALLER	1.092	BAJO 2	R-30	2	50
S-12	VESTUARIOS	285	BAJO 2	R-30	1-2	50
S-13	CONTROL ACCESOS	35	BAJO 2	R-30	1	50
S-14	EDIFICIO TRATAMIENTO EFLUENTES	142	BAJO 1	R-30	1	50
S-15	TRATAMIENTO BIORRESIDUOS	142	MEDIO 5	R-30	>2	50
S-14	NAVE ENVASES	142	MEDIO 5	R-30	>2	50

(\*) Se adoptarán los valores de las tablas 2.3 o 2.4 del reglamento en caso que sea cubierta ligera, no existan entreplantas y se disponga sistema de extracción de humos y sistema de rociadores automáticos

## **7.6.4.- Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras**

### **Asignación de ocupantes**

La asignación se ha llevado a cabo conforme marca el punto 4.2. de la sección SI 3 del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI). Como caso más desfavorable consideraremos que cada salida debe evacuar a todos los ocupantes del sector.

### **Anchura de los elementos de evacuación**

La anchura libre de las puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será igual o mayor que 0,80 m. La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menos que 0,6m, ni exceder de 1,20 m. La anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m.

Para calcular la anchura de la puerta se utiliza la fórmula:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}$$

En nuestro caso, en función de la ocupación considerada la anchura obtenida del cálculo es inferior a 0,80 m. Así pues, la anchura libre mínima de las puertas, pasos y huecos previstos como salida de evacuación será de 0,80 m.

### **Características de las puertas**

Según el apartado 6, Puertas situadas en recorridos de evacuación, de la sección SI 3 del Documento Básico del CTE “Seguridad en Caso de Incendio” (SI), las puertas previstas como salida de planta o de edificio serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación. En el caso que nos ocupa, las puertas dispondrán de barra horizontal de empuje conforme a la norma UNE EN1125:2003 VC1.

No se instalarán puertas giratorias.

No existirán puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas, no obstante, las puertas de salida de edificio abrirán en el sentido de la evacuación. Las puertas dispuestas en las paredes de los pasillos, se dispondrán de tal forma que en la zona de pasillo barrida por la puerta no se disminuya la anchura del mismo más de 15 cm.

### **Características de los pasillos**

Los pasillos que sean recorridos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento, siempre que salvo que, en el caso de extintores, se respete la anchura mínima establecida y que no se reduzca más de 10 cm la anchura calculada.

### **Disposición y características de escaleras y aparatos elevadores**

A lo largo de los recorridos de evacuación, excepto de los que sirvan a menos de 10 personas vinculadas a la actividad que se desarrolla en el edificio, las escaleras cumplirán las siguientes condiciones:

- Cada tramo tendrá tres peldaños como mínimo y no podrá salvar una altura mayor de 3,20 metros.
- En escaleras con trazado recto, la dimensión de las mesetas intermedias medida en el sentido de la evacuación no será menor que la mitad de la anchura del tramo de la escalera, ni que 1,00 m.
- La relación  $c/h$  será constante a lo largo de toda la escalera y cumplirá la relación  $60$  menor o igual que  $2c + h$ .
- $c$ : contrahuella, comprendida entre 13 y 20 cm.
- $h$ : huella, como mínimo 25 cm.
- Se dispondrán pasamanos en al menos un lado de la escalera y en ambos cuando la anchura libre sea igual o mayor que 1,20 m.
- Si el pavimento tiene perforaciones, las dimensiones de estas no permitirán el paso vertical de una esfera de 8 mm de diámetro.

Se cumplirá con la totalidad de condiciones expuestas en los apartados anteriores.

### **7.6.5.- Señalización e iluminación**

La señalización de los medios de evacuación se detalla en el apartado 7 de la sección SI 3 del Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio.

#### Señalización de evacuación

Se cumplirá todo lo dispuesto en los puntos siguientes:

1. Las salidas de recinto, planta o edificio estarán señalizadas, excepto en las salidas de recinto cuya superficie no exceda de  $50 \text{ m}^2$ , sean fácilmente visibles desde todo

punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

2. Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida o la señal que la indica.
  - En los puntos de los recorridos de evacuación que deben estar señalizados en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta.
  - En dichos recorridos, las puertas que no son salida y que puedan inducir a error en la evacuación, se señalizarán con la señal correspondiente definida en la norma UNE 23033 dispuesta en un lugar fácilmente visible y próximo a la puerta.
3. Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes a cada salida realizada conforme a las condiciones establecidas en el citado apartado.

Para indicar las salidas de uso habitual o de emergencia, se utilizarán las señales definidas en la norma UNE 23034.

#### Señalización de los medios de protección

Se señalizarán los medios de protección contra incendios de utilización manual que no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida por dicho medio, de forma tal que desde dicho punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales serán las definidas en la norma UNE 23033 y su tamaño será el indicado en la norma UNE 81501.

A continuación, se indica el tamaño de las señales:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- 594 x 594 cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

#### Sistemas de alumbrado de emergencia

En los recorridos de evacuación, en los locales de riesgo especial y en los que alberguen equipos generales de protección contra incendios, la instalación de alumbrado normal proporcionará al menos, los mismos niveles de iluminación que se establecen en el

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio. Las señales a las que se hace referencia en los apartados anteriores serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal.

#### 7.7.- VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LOS EDIFICIOS INDUSTRIALES

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Se instalarán sistemas de eliminación de humos en los sectores de incendio según se grafía en planos, que cumplan los siguientes requisitos, para sectores tipo C:

##### **Riesgo medio**

- Zonas de producción: 2.000 m<sup>2</sup>
- Zonas de almacenamiento 1.000 m<sup>2</sup>

##### **Riesgo alto**

- Zonas de producción: 1.000 m<sup>2</sup>
- Zonas de almacenamiento 800 m<sup>2</sup>

Señalar que el diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma **UNE-23 585**\_ Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH) y se justificará en los proyectos específicos de cada edificio.

#### 7.8.- INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que les afecten las siguientes instalaciones técnicas del establecimiento industrial:

- Centros de Transformación, en concreto se establecerán las medidas de seguridad específicas que se establecen en la MIE RAT 14, impuestas por la normativa sectorial vigente. Los centros de transformación serán secos, de resina, los cuales tienen un nivel de riesgo BAJO, por lo que no son necesarias medidas

adicionales de protección contra incendios más allá de la disposición de extintores manuales.

#### 7.9.- RIESGO FORESTAL

No procede.

Se mantendrá una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

## 8.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Los distintos espacios de que se compone el establecimiento industrial se protegerán con:

- Hidrantes exteriores.
- Extintores móviles.
- BIES.
- Instalación de rociadores.
- Instalación de alarma y pulsadores.
- Sistemas automáticos de detección de incendio.

A continuación se adjunta tabla resumen con las instalaciones necesarias en cada uno de los sectores:

SISTEMA DE PROTECCIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S14	S15
Sistema automático de detección de incendios (*)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO SÍ	SÍ S	NO SÍ	NO SÍ	NO NO	NO NO	NO NO	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	SÍ
Sistema manual de alarma de incendios	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Sistema comunicación de alarma	SÍ	NO SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO SÍ	NO SÍ	NO	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO	SÍ	SÍ
Sistema de abastecimiento de agua	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Sistema de hidrantes exteriores (**)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO SÍ	SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	NO SÍ	SÍ	SÍ
Extintores de incendio	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Sistemas de Bocas de Incendios Equipadas	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ
Sistema de columna seca	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sistema de rociadores automáticos de agua	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ
Sistema de	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

agua pulverizada																
Sistema de espuma	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sistema de extinción por polvo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sistema de extinción por agentes gaseosos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Sistema de alumbrado de emergencia	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Extintores	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Señalización	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Exutorios	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ

(\*) No puede sustituirse la detección térmica por rociadores, debido a que las alturas de la nave hacen inviable la detección térmica, por lo que se empleará detección por aspiración o por haz de infrarrojos.

(\*\*) Cuando se requiera un sistema de hidrantes, la instalación protegerá los sectores que constituyen el establecimiento industrial.

NOTA: En los cuadros que aparece NO/Si se refiere que no es un requerimiento normativo pero se toma la medida de protección como seguridad adicional.

### 8.1.- SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo C su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m<sup>2</sup> o superior.
  
- b) Actividades de almacenamiento si:
  - Están ubicados en edificios de tipo C su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m<sup>2</sup> o superior.
  - Están ubicados en edificios de tipo C su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.

Se instalarán sistemas automáticos de detección además en salas de trabajo, o en los almacenes o sectores en los que no haya presencia humana para garantizar una correcta detección del incendio.

### **Detección de incendios**

Los sistemas de detección automática de incendios se instalan para detectar un incendio en su fase inicial, mejorando las posibilidades para la supervivencia de las personas en peligro y mejorando la protección de las propiedades, al poder actuar con suficiente rapidez.

Los sistemas de detección automática de incendios están formados, principalmente, por detectores de incendio, pulsadores manuales de alarma, dispositivos de alarma y equipos de señalización y control.

En el presente anteproyecto se propone como sistemas de detección:

- **Detección de humos por aspiración:** Se realizará una instalación de detección por aspiración de humos a nivel techo. El detector por aspiración de humos es un sistema compuesto por una tubería o red de tuberías, que transportan continuamente una muestra del aire de una determinada zona protegida a una central de detección, donde se monitoriza dicho aire a través de unos detectores de humos. La red de tubería dispone de orificios o "puntos de muestreo", actuando cada punto como un detector puntual.
- **Detección de barrido con haz de infrarrojos:** Se realizará una instalación de detección por barrido de haz por infrarrojos en sectores que no generen un ambiente excesivamente pulverulento. Estarán compuestos de un emisor y un receptor y pueden tener un alcance de hasta 70 m.
- **Detección de llama por infrarrojos:** Se realizará una instalación de detección de llama por infrarrojos para cada uno de los dos fosos. Los detectores de llama por infrarrojos dispondrán de dos sensores piro-eléctricos y un fotodiodo de silicio. Un sensor detectará la llama y los otros dos sensores miden en haz de fallo en otros dos rangos de longitud de onda.

### **Equipo de señalización y control**

El equipo de señalización y control recibirá y gestionará cada una de las señales recibidas de los diferentes elementos que forman el sistema de detección automática de incendios, ayudando a la localización de la alarma y relacionando la señal de alarma con la zona donde se ha producido, diferenciando una alarma automática (detector de incendios) de una alarma manual (pulsador manual de alarma).

Existirá varias centrales de incendio, una por cada lazo dispuesto, cubriendo todas las necesidades de detección y detectores.

Estas Centrales de incendios se conectarán todas mediante un cable de comunicaciones para redes con una central maestra. Junto a esta central se instalará un Puesto de Gestión Gráfica desde el cual se centralizarán todos los equipos del sistema, pudiéndose visualizar de forma gráfica cada uno de ellos sobre un plano, realizar rearmes, silenciar sirenas, anular/habilitar puntos y zonas...

### **Módulos de supervisión**

Se considerarán módulos de supervisión para monitorizar y así conocer el estado de:

- Válvulas enterradas de anillo de hidrantes, y acometidas a puestos de control
- Válvulas de sala de bombeo: aspiración e impulsión
- Señales de grupo de bombeo
- Puestos de control de Rociadores y Bies (Válvula de corte y detector de flujo)
- Extinción de espuma (estado)

### **Módulos de control**

Se prevén módulos de control o de maniobra para:

- Apertura de Exutorios
- Cierre de compuertas de sectorización en conductos de aire de desodorización
- Cierre de compuerta de paso de maquinaria
- Control puerta de entrada de aire de exutorios
- Disparo de la extinción de espuma

### **Criterios de diseño.**

Para la realización del diseño del sistema de detección de incendios, pulsadores manuales de alarma y comunicación de alarma, se ha aplicado la siguiente normativa:

U.N.E. 23.007 Componentes de los sistemas de detección automática de incendios.  
Sistemas de detección y de alarma de incendios.

RIPCI Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

Los detectores de incendios deberán emplazarse de forma tal, que los productos relevantes generados por cualquier fuego dentro del área protegida, puedan alcanzar los detectores sin una disolución, atenuación o retrasos indebidos.

La instalación eléctrica se realizará en canalizaciones bajo tubo rígido de PVC curvable en caliente, de gran resistencia a los agentes corrosivos, humedad, autoextinguible y no propagador de la llama, y en canalizaciones bajo tubo corrugado reforzado en las zonas de falso techo. El cableado a utilizar será resistente al fuego, trenzado y apantallado de 1,5 mm<sup>2</sup> para las comunicaciones del bucle analógico y unipolar de 1,5 mm<sup>2</sup> para la alimentación auxiliar y la conexión de los elementos convencionales.

## 8.2.- SISTEMA MANUALES DE ALARMA DE INCENDIO

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.
- b) Actividades de almacenamiento, si:
  - Su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.
  - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

Se instalarán sistemas manuales de incendio en todos los sectores del establecimiento industrial, en donde haya presencia continua de personal. En ciertos almacenes o zonas sin presencia de personal es preferible sistemas de detección automática.

Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, además de los necesarios para que la distancia máxima a recorrer desde

cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no supere los 25 m.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general".

La central de incendios se ubicará en el Edificio de Oficinas si bien existirá un repetidor en el Control de Accesos que podrá visualizar y actuar frente a cualquier posible alarma.

### 8.3.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y RED EXTERIOR DE HIDRANTES

Se debe instalar un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados a cada uno de los sistemas de lucha contra incendios.

Para el cálculo del caudal y reserva del depósito utilizaremos lo indicado en el apartado 6 del Anexo III del RD 2267/2004, acorde a la siguiente tabla:

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE[1]		HIDRANTES[2]		ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA[5]
[1] BIE	QB/RB		(a)QH/RH (b)QB+QH/RB+RH		QRA/RRA		
			0,5 QH+QRA/ 0,5 RH+RRA				
[2] HIDRANTES	(a)QH/RH	0,5 QH+QR A	QH/RH		Q mayor	0,5 QH+QAP/0,5 RH+RAP	Q mayor
	(b)QB+QH/RB+RH	0,5 RH+RR A			R mayor  (una instal.)		R mayor  (una instalación)
					QAP+QE RAP+RE		
[3]ROCIADORES AUTOMÁTICOS	QRA/RRA		Q mayor R mayor  (una instal.)		Qra/Rra QRA/RRA	Q mayor R mayor  (una instalación)	Q mayor R mayor  (una instalación)
[4]AGUA PULVERIZADA			0,5 QH+QAP/0,5 RH+RAP	QAP+QE RAP+RE	Q mayor R mayor  (una instalación)	QAP/RAP	QAP+QE/RAP+RE
[5]ESPUMA			Q mayor R mayor  (una instal.)		Q mayor R mayor  (una instal.)	QAP+QE RAP+RE	QE/RE

En el caso que nos ocupa, el establecimiento industrial dispondrá de los siguientes sistemas de extinción de incendios:

- Sistemas de BIE, de Hidrantes y de Rociadores Automáticos de agua [1] + [2] + [3]:

Se cumplirá por tanto, que el caudal a suministrar por el abastecimiento de agua será:

- La suma de caudales del 50 por 100 requerido para Hidrantes ( $0,5 Q_H$ ) y el requerido para Rociadores Automáticos ( $Q_{RA}$ ).
- Para el cálculo de la necesidad de agua en hidrantes se tendrá en cuenta el aumento de 500 l/minuto para considerar almacenamiento de productos combustibles en el exterior.

Del mismo modo, la reserva de agua cumplirá

- Suministro del caudal necesario durante un tiempo de 90 minutos por tratarse de un establecimiento general de riesgo alto.

Se instalará el siguiente sistema de abastecimiento:

- Caudal necesario para rociadores: 6500 lpm: 400 m<sup>3</sup>/h
- Caudal necesario hidrantes: 2500 lpm: 150 m<sup>3</sup>/h
- 50% del caudal necesario hidrantes: 75 m<sup>3</sup>/h
- Caudal total: 400+75=475 m<sup>3</sup>/h
- Volumen requerido: 475\*1,5= 713 m<sup>3</sup>

<b>Depósito abastecimiento</b>	$V = 720 \text{ m}^3$
<b>Grupo de presión</b>	$Q_n = 480 \text{ m}^3/\text{h}$ $P = 9 \text{ bar}$

El depósito debe ser de material rígido, resistente a la corrosión en su totalidad, de manera que se garantice su uso ininterrumpido durante un período mínimo de 15 años sin necesidad de vaciarlo o limpiarlo.

Se empleará obligatoriamente agua dulce no contaminada o tratada adecuadamente. Se incorporarán filtros en la conexión de llenado cuando las características del agua lo hagan necesario.

El agua debe estar protegida de la acción de la luz y de cualquier materia contaminante. La capacidad efectiva se calculará teniendo en cuenta el nivel más bajo de agua considerando como mínimo requerido para la salida del agua en las condiciones establecidas.

Serán para uso exclusivo de la instalación contra incendios y en caso contrario las tomas de salida para otros usos deberán situarse por encima del nivel máximo correspondiente a la capacidad de reserva calculada como exclusiva para la instalación contra incendios.

Los depósitos dispondrán de los siguientes elementos auxiliares:

- Boca de hombre.
- Escaleras de acceso.
- Rebosadero (con sistema de señalización visual o auditiva en caso de circulación de agua por el rebosadero).
- Boca de vaciado.
- Indicación del nivel de agua acumulada.

El equipo de bombeo estará formado por las siguientes bombas:

- Bomba principal eléctrica, capaz de suministrar el 50% de la demanda de caudal previsto: 240 m<sup>3</sup>/h - 85 m.c.a., según características indicadas en UNE y CEPREVEN
- Bomba principal diésel, capaz de suministrar el 50% de la demanda de caudal previsto: 240 m<sup>3</sup>/h - 85 m.c.a., según características indicadas en UNE y CEPREVEN
- Bomba principal diésel, capaz de suministrar el 50% de la demanda de caudal previsto: 240 m<sup>3</sup>/h - 85 m.c.a., según características indicadas en UNE y CEPREVEN
- Bomba eléctrica Jockey, para mantener la presión de la red, capaz de llegar a una presión estática de 9,5 bar.

#### 8.4.- SISTEMAS DE HIDRANTES EXTERIORES

Los hidrantes son elementos de lucha contra incendios formados, principalmente, por un conjunto de válvulas, el cuerpo de la columna y racores, cuya finalidad es el suministro de agua a mangueras o a monitores directamente acoplados a él, o bien a tanques o

bombas de los servicios de extinción, y que se encuentra ubicado en el exterior de los edificios.

Se requiere hidrantes en los sectores 1,2,3, 4 y 6, mientras que en el resto de sectores y áreas no son necesarios.

No obstante, puesto que se requiere un sistema de hidrantes, la instalación debe proteger todas las zonas del incendio que constituyen el establecimiento industrial, atendiendo a la tabla 3.1 del RD 2267/2004.

Dicha instalación de hidrantes cumplirá la normativa vigente, esto es con la norma UNE 23-405-90 y 23-406-90.

#### Implantación

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará haciendo que se cumplan las condiciones siguientes:

- La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 metros, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
- Al menos uno de los hidrantes (situado a ser posible en la entrada) deberá tener una salida de 100 milímetros.
- La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida normalmente, debe ser, al menos, 5 m.
- Si existen viales que dificultarán cumplir con estas distancias, se justificarán las realmente adoptadas.

La red general de hidrantes se dispondrá en anillo, con válvulas de seccionamiento que aseguran al menos el servicio de 3 o 4 hidrantes en el caso de averías parciales.

#### Equipo Dotación Hidrante

El equipo de dotación de hidrantes es el material preciso para la utilización eficaz del hidrante, ubicado en una cabina próxima a éste.

La red general del sistema de hidrantes exteriores a instalar en el establecimiento industrial se realizará en anillo, con tubería enterrada, alimentada desde el grupo de presión ubicado en el cuarto de bombas. Dispondrá de válvulas de seccionamiento en número suficiente para asegurar el abastecimiento de agua en caso de averías parciales.

Las necesidades de agua para hidrantes exteriores, serán en función de las

características del establecimiento industrial, esto es, establecimiento de configuración TIPO C y nivel de riesgo intrínseco ALTO, debiéndose cumplir por tanto:

Equipo Dotación Hidrante. Formado por:

- 1 Caseta de intemperie
- 1 Tramo de manguera flexible de 15 m longitud y 70 mm diámetro con racores B-70
- 2 Tramos de manguera flexible de 15 m longitud y 45 mm diámetro con racores B-45
- 1 Lanza triple efecto de 70 mm. diámetro con racord B-70
- 2 Lanzas triple efecto de 45 mm. diámetro con racord B-45
- 1 Bifurcación B-70\*2B-45 con válvulas
- 1 Reducción B-70/B-45
- 1 Llave de apertura de hidrante

Tubería

La red general es enterrada con tubería de fundición dúctil con juntas acerrojadas PN-16 para una presión de 16 bar de 200 mm de diámetro, formando un anillo, diseñada para abastecer el sistema de hidrantes a la presión indicada anteriormente, tal como se indica en el Apéndice 3 del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales para Sistemas de abastecimiento de agua

Caudal requerido y autonomía

Las necesidades de agua para hidrantes exteriores serán las más desfavorables, en este caso:

- |  |             |
|--|-------------|
| ▪ Nivel de riesgo del establecimiento industrial | ALTO        |
| ▪ Configuración del establecimiento              | C           |
| ▪ Caudal por sector (l/min)                      | 2.000 l/min |
| ▪ Caudal extra por alm. Ext.                     | 500 l/min   |
| ▪ Caudal total                                   | 2.500 l/min |
| ▪ Presión  | 5 bar       |
| ▪ Autonomía                                      | 90 min      |

## 8.5.- EXTINTORES DE INCENDIOS

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio del

establecimiento industrial. En las áreas exteriores, se instalarán extintores en el exterior de estos por la ausencia de personal en el interior de ellos.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017.

Con clase A de fuego (sólidos), por tanto, de acuerdo con el criterio expuesto en el Real Decreto 2267/2004 “Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales”, se utilizarán extintores con las siguientes características:

- Tipo extintor móvil
- Agente extintor 21 A (zonas con riesgo bajo y medio)
- Agente extintor 34 A (zonas de riesgo alto)
- Distribución por cada 400 m<sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m<sup>2</sup>, o fracción, en exceso).

Los sectores afectados por el DB-SI, según lo definido en la tabla 1.1 de la Sección 4, deben poseer extintores cada 15 m y presentarán una eficacia mínima de 21A-113B

Se instalarán extintores de anhídrido carbónico para el caso de incendios con equipos eléctricos. El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución, será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m. En el caso de áreas de incendio de tipo D, se incrementará dicho recorrido máximo a los 25 m.

#### 8.6.- SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Se precisa la instalación de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5000 m<sup>2</sup> o superior.

Así pues, únicamente se precisa la instalación en los sectores 1,2,3,4,6,9,10,11.

A continuación, se indican las condiciones hidráulicas que deben satisfacer las bocas de incendio equipadas a instalar:

- Nivel de riesgo del establecimiento industrial           ALTO
- Tipo de BIE   DN 45 mm (se instalarán BIES de 25 con toma adicional de 45)
- Simultaneidad   3
- Autonomía   90 min

El caudal de cada una de la BIEs será de 200 l/min. Deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m. Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita su acceso y maniobra sin dificultad.

La red general del sistema de BIES a instalar en el interior de los sectores de incendio se realizará con tubería de acero clase negra aérea, alimentada desde la red exterior de hidrantes de parcela y formando en el interior de la nave un anillo, que circulará aproximadamente a nivel de cornisa y desde el que partirán hacia las distintas BIE las tuberías de conexión que son del mismo material que la tubería que forma el anillo, la instalación de BIE dispondrá de puestos de control simplificados, que contendrán una válvula de compuerta y un detector de flujo que estará conectado a la Central de Control de Detección.

#### 8.7.- SISTEMAS DE COLUMNA SECA

No se precisa la instalación de sistemas de columna seca porque la altura de evacuación de cada uno de los sectores de incendio es inferior a 15 m.

#### 8.8.- SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los siguientes sectores:

- c) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
  - En edificio tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.
  - En edificio tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
- d) Actividades de almacenamiento, si:
  - a. En edificio tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
  - b. En edificio tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

Se precisan rociadores en los sectores 1,2,3,4 y 6.

La normativa principal a aplicar es la norma UNE-EN 12845:2005 “Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistema de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento”.

También son de aplicación las siguientes normativas:

- RD 2267/2004 “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”.
- RD 1942/1993 “Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”.
- UNE 23.500/2012 “Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios”.

El caudal requerido para el sistema de rociadores es de 6.500 lpm.

#### 8.9.- SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA

No se precisa la instalación de sistemas de agua pulverizada atendiendo a las indicaciones señaladas en el RD 2267/2004.

#### 8.10.- SISTEMAS DE ESPUMA FÍSICA

No se precisa la instalación de sistemas de agua pulverizada atendiendo a las

indicaciones señaladas en el RD 2267/2004.

En los fosos de recepción de residuos se instalará un sistema de extinción mediante espuma física.

El método de protección será por medio de generados de espuma de media expansión.

#### 8.11.- SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en planta bajo rasante.
- b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

- a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.
- b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Se instalará alumbrado de emergencia en todos los sectores de incendio.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- c) Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx.
- e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

f) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

#### 8.12.- SEÑALIZACIÓN

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Según el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se procederá a la señalización de:

- Medios de alarma y alerta
- Medios de evacuación
- Equipos de lucha contra incendios
- Dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego
- Zonas que presentan un riesgo particular de incendio
- Localización y carácter de los accesos, recorridos y salidas de las vías de evacuación teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril.

## **APLICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO EN CASO DE INCENDIO AL EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA PLANTA DE NUEVA CONSTRUCCIÓN**

## 9.- DISEÑO SEGÚN DB-SI: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

El presente epígrafe tiene por objeto describir y justificar las condiciones de seguridad en caso de incendio del “Edificio de oficinas, según el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SI).

### 9.1.- SECCIÓN SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR.

#### 9.1.1.- Compartimentación en sectores de Incendio.

De acuerdo con la Tabla 1.1 del CTE-DB-SI 1 el edificio queda constituido por una edificación, correspondiente a dos sectores de incendios y separado físicamente más de 4 metros en sus fachadas más próximas.

La superficie construida de todo *sector de incendio* no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.

El edificio que como hemos dicho conforma un sector de incendios, es de forma rectangular y está constituido por una planta, y únicamente se disponen de escaleras y montacargas para acceso a la cubierta.

La superficie construida es de 533 m<sup>2</sup>, por lo que no supera 2.500m<sup>2</sup>:

- A continuación se detalla estancia por sectores y usos a efectos de cálculos de ocupación:

ESTANCIA	Superficie (m <sup>2</sup> )	USO
Sala reuniones	133,08	Administrativo
Sala administrativa	56,77	Administrativo
Despacho	22,05	Administrativo
Despacho	22,05	Administrativo
Comedor	60,06	Comedor
Despacho	23,08	Administrativo
Despacho	23,08	Administrativo
Cuarto técnico	15,23	N/P
Cuarto técnico	5,93	N/P
Despacho	39,88	Administrativo
Aseos	18,81	Aseos
Escaleras	19,17	Accso cubierta
Cuarto técnico	16,13	N/P

Montacargas	3,97	Acceso cubierta
Hall entrada	48,59	Administrativo
Cuarto hall	6,02	N/P
Pasillos	19,1	Parillos
<b>TOTAL</b>	<b>533</b>	

**Tabla 1. Usos y superficies útiles Edificio de Oficinas**

**9.1.2.- Resistencia al fuego de paredes techos y puertas que delimitan sectores de incendio.**

El edificio constituye un único sector de incendios por lo que no hay sectorización interior.

El edificio está aislado y separado de otras edificaciones por lo que no hay sectorización exterior.

**9.1.3.- Locales y zonas de riesgo especial.**

No hay locales de riesgo especial.

Los locales de riesgo especial, no solo se definen por el uso sino también por la superficie o volumen ocupado. En el edificio objeto de estudio los locales con un uso similar a un local de riesgo especial que pudieran haber (cuarto técnico, archivo) tienen superficies muy pequeñas y en ningún caso sobrepasan los límites de la tabla 2.1 del CBSI.

**9.1.4.- Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.**

No existen, puesto que no hay sectorización interior.

**9.1.5.- Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.**

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

Situación del elemento	Revestimientos <sup>(1)</sup>	
	De techos y paredes <sup>(2) (3)</sup>	De suelos <sup>(2)</sup>
Zonas ocupables <sup>(4)</sup>	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2FL-s1

Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1
Recintos de riesgo especial <sup>(5)</sup>	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2 <sup>(6)</sup>
<p><sup>(1)</sup> Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p><sup>(2)</sup> Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.</p> <p><sup>(3)</sup> Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.</p> <p><sup>(4)</sup> Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.</p> <p><sup>(5)</sup> Véase el capítulo 2 de esta Sección.</p> <p><sup>(6)</sup> Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) esta condición no es aplicable.</p>		

En nuestro caso tenemos que:

#### Suelos Oficinas:

- Pavimento con baldosas de gres monococción 40x40, o terrazo, de calidad media-alta, colocado a punta de paleta sobre capa de arena de 2 cm como mínimo; tomadas con mortero bastardo de cemento y cal (1:1:6) hasta alcanzar un espesor total de 7 cm, junta a testa, rejuntado con lechada de cemento coloreada.
  - Reacción al fuego: A1<sub>FL</sub> (M0)
  - Exigido: E<sub>FL</sub> o más favorable

#### Techos oficinas:

- Falso techo registrable, de placas de escayola lisa de 60x60 cm, con perfilera vista blanca estándar.
  - Reacción al fuego: B-S1, d0

- Exigido: C-s2, d0 o más favorable
- Falso techo registrable, acústico fonoabsorbente, formado por placas de escayola con borde recto, aligeradas con perlita y reforzadas con fibra de vidrio, con perforación pasante y panel de fibra de 10 mm de espesor y 50 kg/m<sup>3</sup> sellado con papel de aluminio, de color blanco, de 60x60 cm y 20 mm de espesor, apoyadas sobre perfilería vista lacada
  - Reacción al fuego: B-S1, d0
  - Exigido: C-s2, d0 o más favorable
- Falso techo Bandejas fijas de falso techo, formado por placas de escayola, aligeradas con perlita y reforzadas con fibra de vidrio de color blanco, 20 mm de espesor.
  - Reacción al fuego: B-S1, d0
  - Exigido: C-s2, d0 o más favorable

#### **Paredes:**

- Partición de fábrica de ladrillo panal de 11 cm de espesor con trasdosado autoportante de cartón yeso con aislamiento de lana mineral de 60mm.
  - Reacción al fuego: A1<sub>FL</sub> (M0)
  - Exigido: C-s2,d0 o más favorable
- Partición de fábrica de ladrillo hueco doble de 9 cm de espesor enlucido de yeso a dos caras.
  - Reacción al fuego: A1<sub>FL</sub> (M0)
  - Exigido: C-s2,d0 o más favorable
- Partición interior de de 10 cm de espesor de tabique de cartón yeso con aislamiento de lana mineral 60mm.
  - Reacción al fuego: A1<sub>FL</sub> (M0)
  - Exigido: C-s2,d0 o más favorable

## **9.2.- SECCIÓN SI-2. PROPAGACIÓN EXTERIOR.**

### **9.2.1.- Medianerías y fachadas.**

En el presente proyecto no existen medianeras de separación con edificios colindantes.

### **Propagación horizontal**

No existe riesgo de propagación horizontal, por no haber sectorización y ser un edificio aislado.

### **Propagación vertical**

No existe riesgo de propagación vertical, por no haber sectorización y ser un edificio aislado.

de propagación vertical entre los mismos.

### **Materiales de fachada**

Los materiales de acabado exterior de fachada dispone de una reacción al fuego C1, por tanto mayor a la requerida B-s3,d2.

### **Cubiertas**

No existe en el edificio encuentros entre la cubierta y una fachada que pertenecen a sectores de incendio o a edificios diferentes, por lo que se prescribe ninguna condición.

## **9.3.- SECCIÓN SI-3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES.**

### **9.3.1.- Ocupación.**

Para el cálculo de la ocupación de recintos y zonas se ha partido de los valores de densidad de ocupación que aparecen en la tabla 2.1, Capítulo 2 del CTE-DB-SI 3. Se han tenido en cuenta las consideraciones siguientes:

- En los despachos y zona administrativa, se tiene una densidad ocupacional de 10 m<sup>2</sup>/persona. en virtud de lo establecido en el párrafo segundo del punto 2 de la Sección SI 3 del CTE DB SI, para uso administrativo.
- En el hall de entrada, se tiene una densidad ocupacional de 2 m<sup>2</sup>/persona. en virtud de lo establecido en el párrafo segundo del punto 2 de la Sección SI 3 del CTE DB SI, para uso administrativo.
- En la sala de conferencias y aula ambiental, se tiene una densidad ocupacional de 1,5 m<sup>2</sup>/persona, en virtud de lo establecido en el párrafo segundo del punto 2 de la Sección SI 3 del CTE DB SI, aulas uso docente:
- En el comedor se tiene una densidad ocupacional de 1,2 m<sup>2</sup>/persona, asemejándolo a lo establecido en el párrafo segundo del punto 2 de la Sección SI

3 del CTE DB SI, para lugares de uso público, bares, cafeterías:

- En los “vestíbulos”, “zonas de circulación”, “almacenes”, se ha considerado un aforo nulo (uso ocasional, alternativo, solo de mantenimiento, o uso exclusivo de los trabajadores del edificio), en virtud de lo establecido en el párrafo segundo del punto 2 de la Sección SI 3 del CTE DB SI:
  - **“A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo”**
  - Todos los locales que se citan cumplen con el condicionante citado, dado que solo pueden ser ocupados por personas que habitualmente tienen su puesto de trabajo en otros locales de la actividad.
- Así mismo, el establecimiento no está abierto al público, ni tiene presencia de personas no afectas a la actividad.

La ocupación máxima prevista del edificio, resultado de aplicar los anteriores criterios, según los usos previstos de los recintos existentes en cada uno de los sectores, es la siguiente:

ESTANCIA	Superficie (m <sup>2</sup> )	USO	Densidad (m <sup>2</sup> /p)	OCUPACIÓN (p)
Sala reuniones	133,08	Administrativo	1,5	89
Sala administrativa	56,77	Administrativo	10	6
Despacho	22,05	Administrativo	10	2
Despacho	22,05	Administrativo	10	2
Comedor	60,06	Comedor	1,2	50
Despacho	23,08	Administrativo	10	2
Despacho	23,08	Administrativo	10	2
Cuarto técnico	15,23			
Cuarto técnico	5,93			
Despacho	39,88	Administrativo	10	4
Aseos	18,81	Aseos	3	6
Escaleras	19,17	Accso cubierta	0	
Cuarto técnico	16,13		0	
Montacargas	3,97	Acceso cubierta	0	
Hall entrada	48,59	Administrativo	2	24

Cuarto hall	6,02		0
Pasillos	19,1	Pasillos	
<b>TOTAL</b>	<b>533</b>		<b>187</b>

El aforo total considerado es de **187** personas.

### 9.3.2.- Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En el Anejo SI A del CTE DB SI, se define como Origen de evacuación: **“todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas y los de todo recinto o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/5 m<sup>2</sup> y cuya superficie total no exceda de 50 m<sup>2</sup>, como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.”**

En el caso que nos ocupa, y tal y como se muestra en los planos, se ha considerado en cada estancia de superficie mayor a los 50 m<sup>2</sup> y una ocupación inferior a 1 pers/ 5m<sup>2</sup>, el punto ocupable más alejado de la salida de planta o de edificio.

#### **Salidas de planta**

De acuerdo con la tabla 3.1, Capítulo 3 del CTE-DB-SI 3, se disponen suficientes salidas de planta para garantizar la correcta evacuación del edificio:

- Cuatro salidas en la sala de conferencias, tres de ellas salidas exteriores y una salida interior.
- Una salida general por el hall de entrada, siendo una salida exterior.
- Tres salidas en la sala administrativa, dos de ellas exteriores y una interior
- Tres salidas en el comedor, dos de ellas exteriores y una interior.

#### **Recorridos de evacuación:**

En el Anejo SI A, se define como Recorrido de evacuación: **“Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación”.**

En los planos se grafía los recorridos de evacuación “más desfavorables”, cumpliéndose

desde todos los puntos de evacuación la existencia de dos salidas alternativas y recorridos de menos de 35 metros.

### **Salidas de recinto**

Todas las salidas están dispuestas de forma que las plantas y recintos cumplen con lo establecido en la tabla 3.1 del DB-SI. El número y ubicación de las salidas garantiza que la longitud de los recorridos desde los orígenes de evacuación de las plantas y espacios que se les asignan no sobrepasan las máximas exigidas.

#### **9.3.3.- Dimensionado de los medios de evacuación.**

Los elementos de evacuación asociados a cada recorrido de evacuación en cada recinto cumplen con las siguientes características mínimas exigidas:

- Puertas y pasos  $A > P / 200 > 0,80 \text{ m}$  <sup>[1]</sup><sub>[2]</sub>

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

- Pasillos y rampas  $A > P / 200 > 1,00 \text{ m}$

Según lo establecido en párrafos precedentes y en el caso más desfavorable :

- Puertas y paso > 80 cm
- Pasillos y rampas > 1 m

### **Salidas de planta**

La anchura mínima exigida se establece en función de la ocupación (P/200) y unos valores mínimos (0,80 m / 1,00 m); y considerando, a efectos de cálculo, que una de las salidas está inutilizada (Capítulo 4, CTE DB-SI 3).

#### **9.3.4.- Escaleras protegidas.**

No hay escaleras de evacuación, puesto que los usos del edificio se desarrollan en planta baja.

#### **9.3.5.- Puertas ubicadas en los recorridos de evacuación.**

Las puertas de salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas son abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo (según

norma UNE-EN 179:2003 VC1 cuando la evacuación sea de personas que estén familiarizadas con la puerta considerada).

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida prevista para el paso de más de 100 personas, y para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

### **9.3.6.- Señalización de los medios de evacuación.**

Todas las salidas estarán señalizadas con señales conforme a la UNE 23034:1998.

### **9.3.7.- Control de humo de incendio.**

No se precisa, según el punto 8 del Documento básico SI.

## **9.4.- SECCIÓN SI-4. DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.**

### **9.4.1.- Extintores portátiles.**

Se dispondrán extintores portátiles, de eficacia mínima 21A-113B, cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Para cumplir la mencionada condición, se instalarán **8** extintores de polvo seco 21 A 113B C. A su vez se instalará **1** extintor de CO<sub>2</sub> en el cuarto técnico donde están ubicados los cuadros eléctricos y el rack de telecomunicaciones. En los planos correspondientes se grafían las instalaciones de protección previstas, estando situadas estratégicamente en el local y señalizadas, siendo visibles y accesibles.

### **9.4.2.- Bocas de incendio equipadas.**

Se instalará en el Sector 1 una instalación de bocas de incendio equipadas (BIE) al ser el uso en plana baja de pública concurrencia y superar una superficie construida de 500 m<sup>2</sup>, según detalla la tabla 1.1. Se instalará una BIE 25mm por planta en este sector.

El Sector 2 es de uso general con acceso independiente por tanto carecerá de dicha instalación

El suministro de agua de las BIE's se realizará mediante la conexión con la red de abastecimiento de agua para instalaciones de protección contra incendios, existente en la planta. En cada una de las conexiones con la red de abastecimiento general de la planta, se han dispuesto válvulas reductoras de presión que aseguren que la presión del agua en las BIE's está comprendida dentro de los márgenes reglamentarios.

En los planos se grafían los puntos de conexión de las BIEs con la red general de la planta.

#### **9.4.3.- Columna Seca**

No es necesario este tipo de instalación por tener el edificio una altura de evacuación inferior a 24 m.

#### **9.4.4.- Instalación de detección y alarma.**

A pesar de no ser necesaria este tipo de instalación por tener los sectores una superficie construida inferior a 1.000 m<sup>2</sup>, se ha dispuesto una instalación de detección y alarma analógica.

La central de alarma analógica a instalar dispondrá de 1 lazo con un máximo de **125** de elementos por lazo. Los distintos elementos de la instalación (pulsadores, detectores y sirenas) estarán interconectados mediante varios bucles formados por cables de dos conductores de cobre que empiezan y acaban en la central de incendios.

Los pulsadores de alarma se situarán a lo largo del recorrido de evacuación, de forma que ninguna persona necesite más de 25 m para alcanzar uno de ellos.

Se dispondrá detección automática distribuida por despachos, hall de entrada, aula de conferencias, y comedor.

#### **9.4.5.- Ascensor de emergencia.**

No es necesario este tipo de instalación por no tener ninguna planta una altura de evacuación que exceda 28 m.

#### **9.4.6.- Hidrantes exteriores.**

No es necesario este tipo de instalación por disponer al estar ser la superficie del edificio inferior a 5.000 m<sup>2</sup>.

#### **9.4.7.- Señalización de los medios de evacuación.**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalarán mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño será:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. En caso de ser fotoluminiscentes, cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

#### **9.4.8.- Control de humo de incendio.**

No se precisa, según el punto 8 del Documento básico SI.

### **9.5.- SECCIÓN SI-5. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS**

#### **9.5.1.- Aproximación a los edificios**

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:

- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| a) anchura mínima libre         | 3,5 m                |
| b) altura mínima libre o gálibo | 4,5 m                |
| c) capacidad portante del vial  | 20 kN/m <sup>2</sup> |

En los tramos curvos, el carril de rodadura queda delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

#### **9.5.2.- Entorno de los edificios.**

- Nuestro edificio tiene una altura de evacuación inferior a los 9 metros.
- Las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos se ciñen a lo establecido a la norma UNE-EN 124:1995.
- El espacio de maniobra está libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, no existen cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.
- La edificación cuenta con espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

### **9.5.3.- Accesibilidad por fachada.**

Las fachadas disponen de huecos (véanse planos de alzado) que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

- a) Facilitan el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no excede de 25 m, medida sobre la fachada.
- c) No existen en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos.

## **9.6.- SECCIÓN SI-6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA**

### **9.6.1.- Elementos estructurales principales.**

La resistencia al fuego de los elementos estructurales, dado que tenemos un edificio de menos de 15 metros de altura de evacuación es: R60 (uso administrativo) y R90 (uso pública concurrencia). Consideraremos el caso más desfavorable: R90.

La tipología de los elementos estructurales principales es la siguiente:

- Estructura portante mediante estructura de hormigón armado, constituida por pilares y vigas, dispuestos en pórticos longitudinales en el lado largo del edificio. El esqueleto estructural diseñado se resuelve en planta baja con solera de 15 cm y mallazo tipo 15x15 y 6 mm de diámetro.
- Estructura horizontal Se propone el entramado estructural del resto del edificio atendiendo a la tipología de forjado de vigueta prefabricada unidireccional, apoyada sobre vigas y pilares de hormigón armado. Determinación de la resistencia al fuego.

La resistencia al fuego exigible y característica de la estructura es R60

## **10.- DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PRESENTE ANEXO**

### ANEXO PCI

#### MEMORIA

- Aplicación del Reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales a la planta de nueva construcción y las plantas existentes objeto de modificación.
- Aplicación del DBSI Al edificio de oficinas de nueva construcción

#### PLANOS

- 01 Situación y emplazamiento
- 02 Sectorización
- 03 Protección pasiva
- 04 Distribución hidrantes exteriores
- 05 Rociadores
- 06 Exutorios Zona ampliada
  - 06.1 Exutorios zona existente
- 07 Medios de protección activa zona ampliada
  - 07.1 Medios de protección activa zona existente
- 08 Recorridos de evacuación zona ampliada
  - 08.1 Recorridos de evacuación zona existente
- 09 Detección y señalización zona ampliada
  - 09.1 Detección y señalización zona existente

## 11.- CONCLUSIÓN

En el presente anexo al proyecto básico de Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”, se han estudiado las medidas de aplicación en materia de protección contra incendio tanto para las instalaciones objeto de ampliación como las existentes en la actualidad y que son objeto de mejora.

Se acompaña de los planos correspondientes donde se grafían los contenidos indicados en la presente memoria.

Para lo cual se firma el presente documento en,

Valencia, febrero de 2023

Por Grupotec



Fdo: Amaia Fonseca Silva

Ingeniera Agrónoma

Fdo: David López Torrijos

Ingeniero Agrónomo



PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES  
DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR 2018-2024

**SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE  
AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA**

DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y  
ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

**DOCUMENTO Nº 1. PROYECTO BÁSICO**

**ANEXO 1.**

**INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

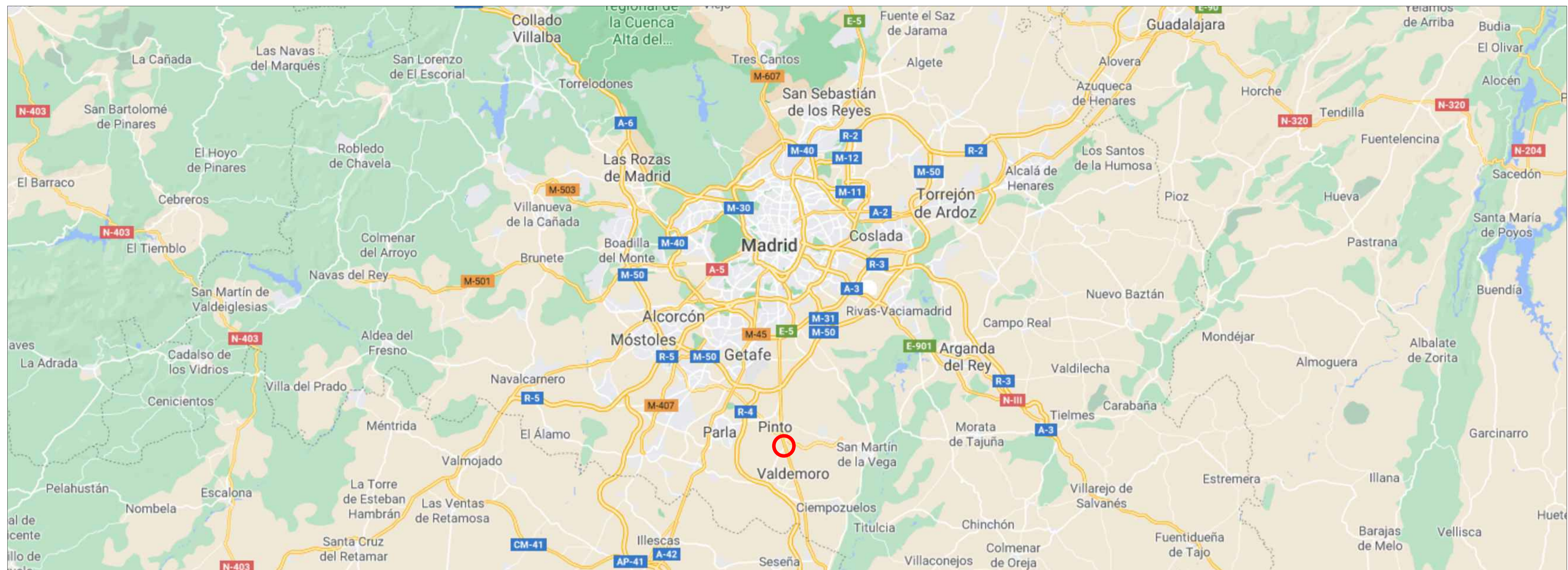
**PLANOS**



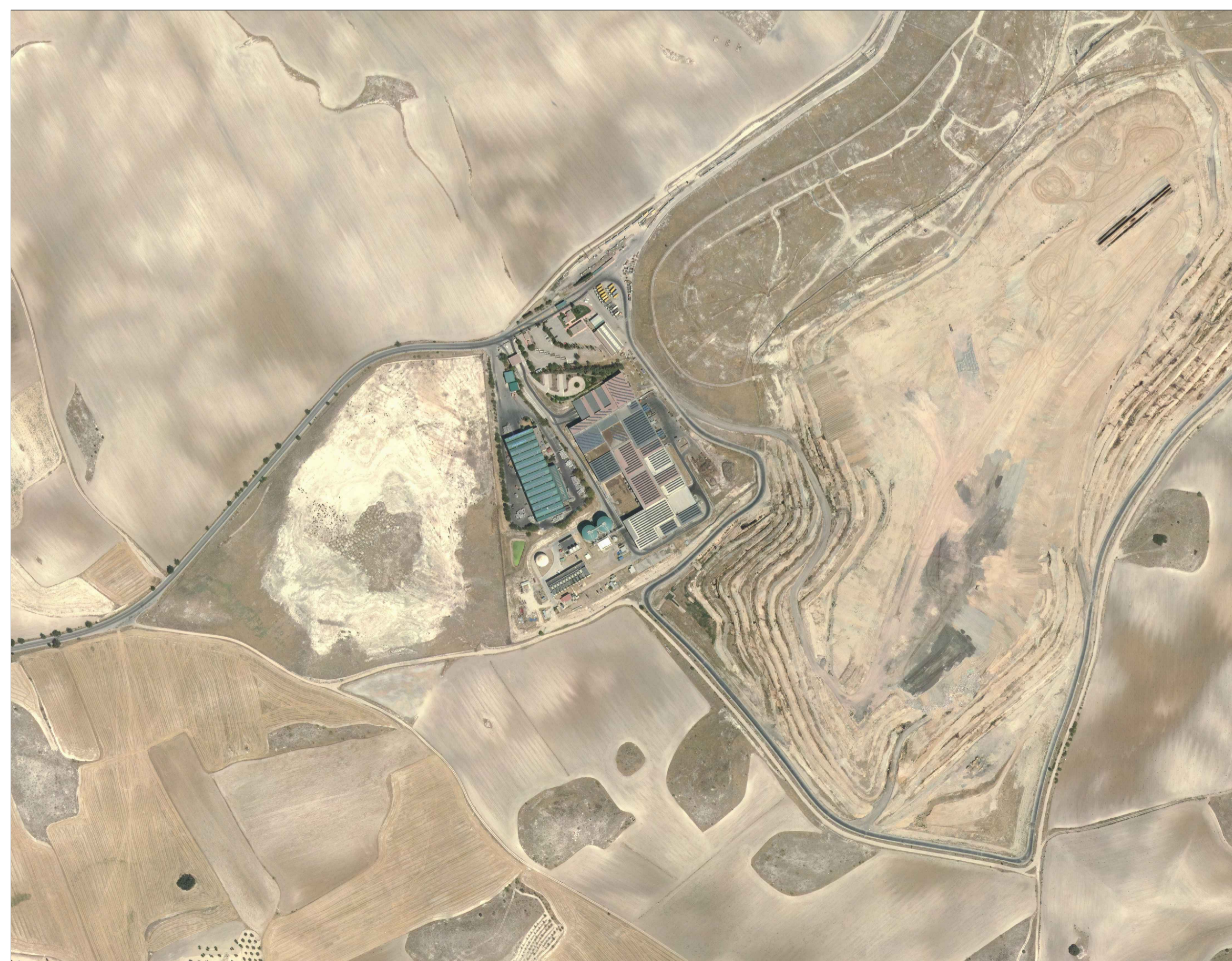
**Febrero 2023**

## ÍNDICE DE PLANOS

- 01 Situación y emplazamiento
- 02 Sectorización
- 03 Protección pasiva
- 04 Distribución hidrantes exteriores
- 05 Rociadores
- 06 Exutorios Zona ampliada
  - 06.1 Exutorios zona existente
- 07 Medios de protección activa zona ampliada
  - 07.1 Medios de protección activa zona existente
- 08 Recorridos de evacuación zona ampliada
  - 08.1 Recorridos de evacuación zona existente
- 09 Detección y señalización zona ampliada
  - 09.1 Detección y señalización zona existente



SITUACIÓN  
Escala 1:60.000



EMPLAZAMIENTO. Ortofoto estado actual.



EMPLAZAMIENTO  
S/E

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DB.	REV.	APR.
------	-------	---------------	-----	------	------

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo:

Amoia Fonseca Silva

El Ingeniero Agrónomo:

David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.

ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE  
AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL  
COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL  
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS  
Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO  
MADRID

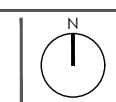
Denominación:

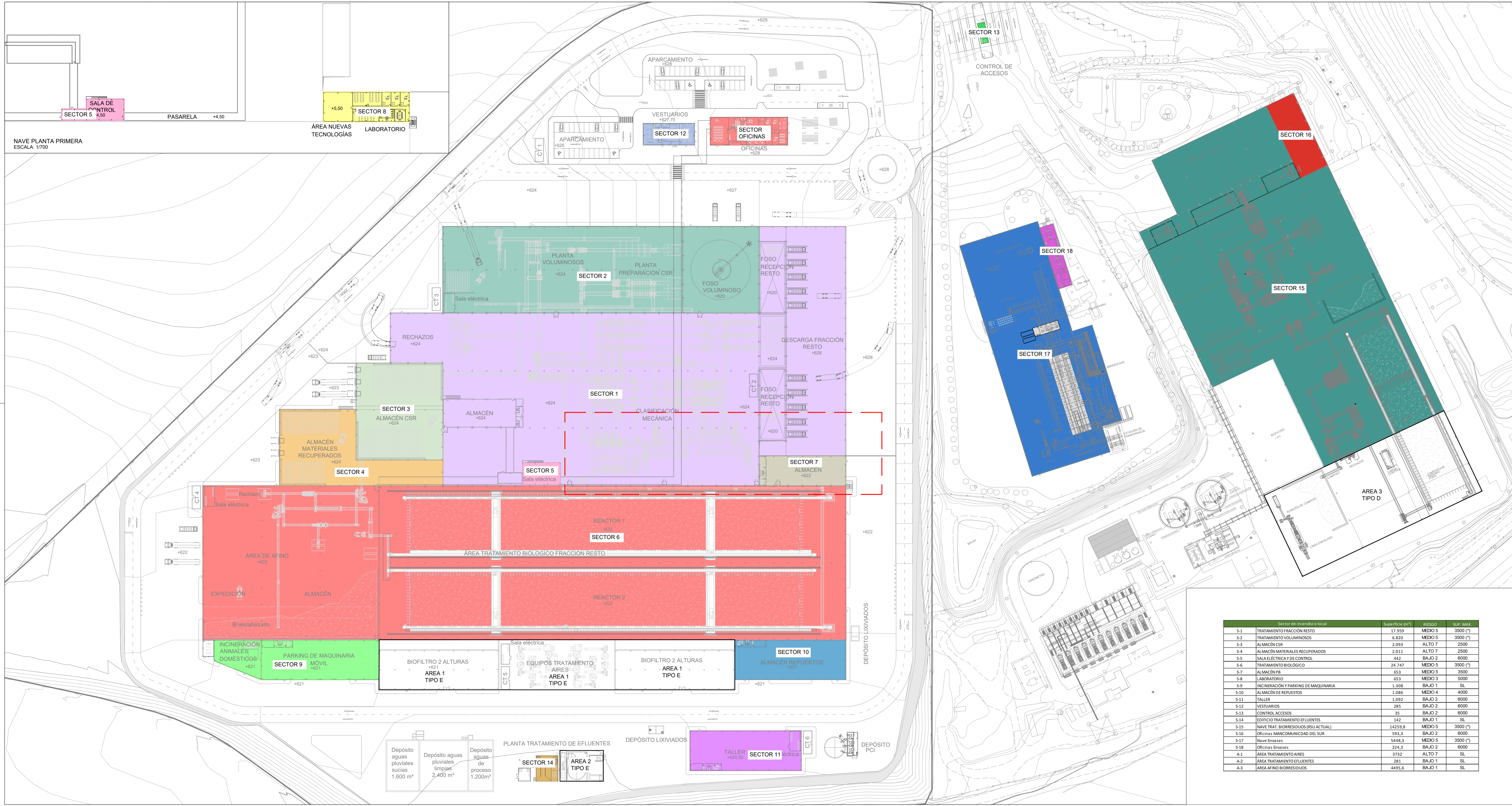
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Escala gráfica: 0 600 1.200 1.800 2.400 3.000 3.600

Escala: 1/60.000 Fecha: Febrero - 2023

Archivo: P201945\_A6\_INS\_01\_S/E/DF Nº Plano: A6\_INS\_01  
Nº Encargo: P2.001945





NAVE PLANTA PRIMERA  
ESCALA: 1/700

Sector	Descripción	Superficie (m <sup>2</sup> )	RIESGO	SUP. MAX
S-1	Tratamiento Fracción Resto	17.959	MEDIO 5	3500 (*)
S-2	Tratamiento Voluminosos	6.820	MEDIO 5	3500 (*)
S-3	Almacén CSR	2.093	ALTO 7	2500
S-4	Almacén Materiales Recuperados	2.011	ALTO 7	2500
S-5	Sala Eléctrica de Control	442	BAJO 2	6000
S-6	Tratamiento Biológico	24.747	MEDIO 5	3500 (*)
S-7	Almacén PB	653	MEDIO 5	3500
S-8	Laboratorio	653	MEDIO 3	5000
S-9	Incineración y Parking de Maquinaria	1.308	BAJO 1	SL
S-10	Almacén de Repuestos	1.086	MEDIO 4	4000
S-11	Taller	1.092	BAJO 2	6000
S-12	Vestuarios	285	BAJO 2	6000
S-13	Control Accesos	35	BAJO 2	6000
S-14	Edificio Tratamiento Efluentes	142	BAJO 1	SL
S-15	Nave Trat. Biorresiduos (BSU Actual)	14259,8	MEDIO 5	3500 (*)
S-16	Oficinas Mancomunidad del Sur	593,3	BAJO 2	6000
S-17	Nave Envases	5448,3	MEDIO 5	3500 (*)
S-18	Oficinas Envases	224,3	BAJO 2	6000
A-1	Área Tratamiento Aires	3732	ALTO 7	SL
A-2	Área Tratamiento Efluentes	281	BAJO 1	SL
A-3	Área Afino Biorresiduos	4495,6	BAJO 1	SL

REV. FECHA OBSERVACIONES DIB. REV. APRO.

Promotor:  
**MANCOMUNIDAD DEL SUR**



Empresa Consultora:  
**grupotec**

Ingeniero Adscrito Colegiado nº 2.367  
Ingeniero Adscrito Colegiado nº 5.131  
Amigó Fonseca Silva - David López Torijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUBSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

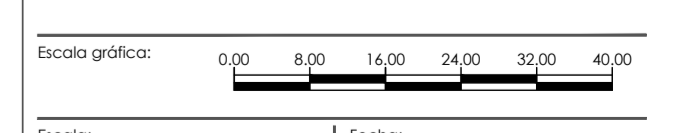
Vigencia:



Situación:  
PINTO MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. SECTORIZACIÓN



Escala: 1/700 Fecha: Febrero - 2023  
Archivo: P20194\_A6\_INS\_02\_P0101  
Nº Encargo: P2.001945 A6\_INS\_02

LEYENDA

- LIMITE DE SECTORES. CERRAMIENTO EI-90, CON FRANJA DE CUBIERTA EI-45. NO NECESARIA SI SE GARANTIZA POR LA PROLONGACIÓN DEL CERRAMIENTO SOBRE LA CUBIERTA EN MÁS DE 1 METRO.
- PASO DE CINTA CON GUILLOTINA PARA SECTORIZACIÓN EI-90.
- VESTIBULOS DE INDEPENDENCIA.
- FRANJA DE SECTORIZACIÓN EN FACHADA EI-45. NO NECESARIA SI SE GARANTIZA POR LA CONTINUIDAD DEL CERRAMIENTO EI-90 EN MÁS DE 1 METRO.

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.
------	-------	---------------	------	------	------

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo,  
Colegiado nº 2.347

*Amaia Fonseca Silva*

El Ingeniero Agrónomo,  
Colegiado nº 5.153

*David López Torrijos*

Amaia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Virado:



Situación:

PINTO  
MADRID

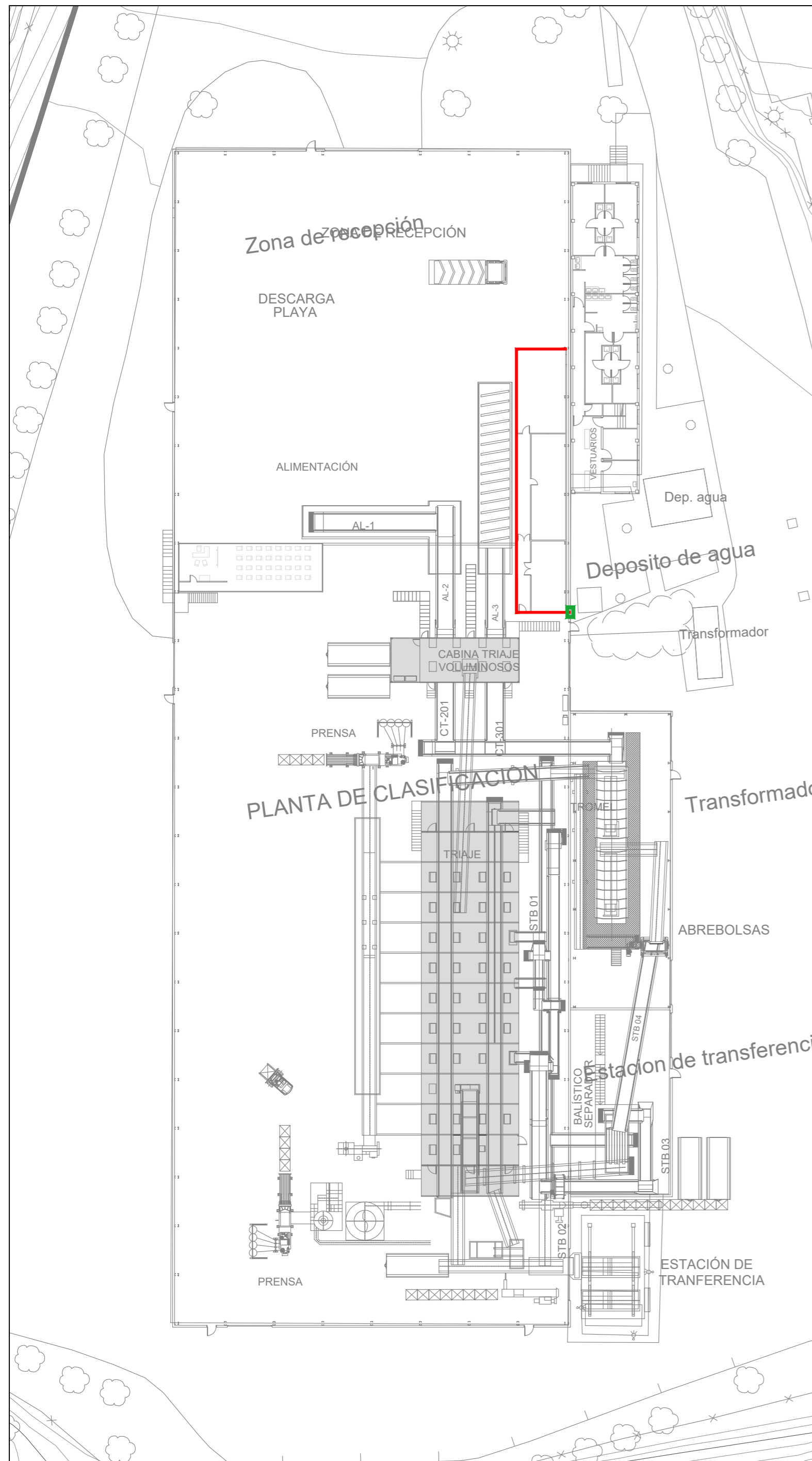
Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
PROTECCIÓN PASIVA.  
PLANTA ENVASES Y BIORESIDUOS

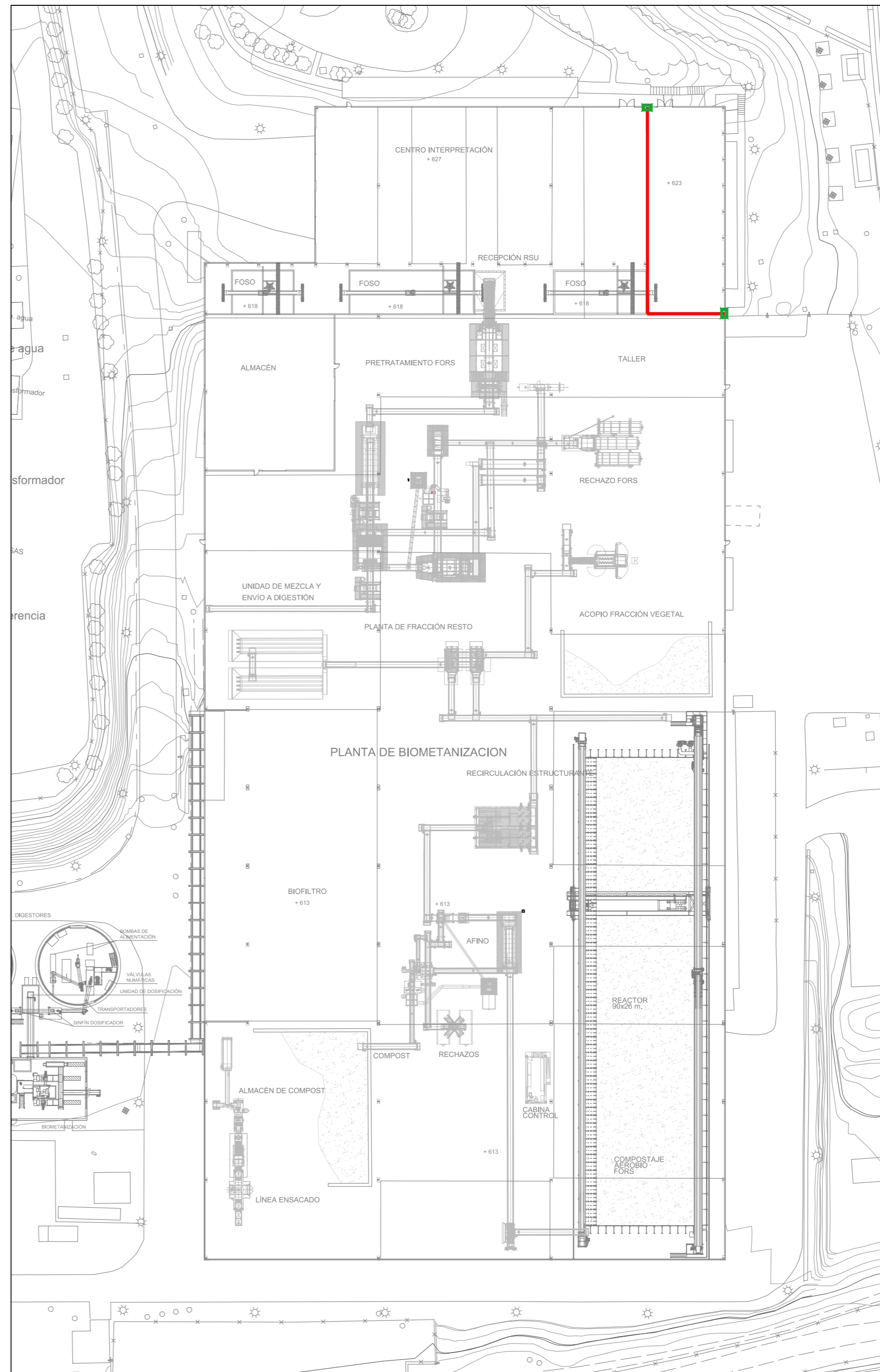
Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: FORMATO A2 Fecha: **Febrero - 2023**  
INDICADAS

Archivo: P2001945\_AP\_A6\_INS\_03\_1\_PCI\_NAVE\_ACTUAL Nº Plano: **A6\_INS\_03**  
Nº Encargo: **P2.001945**



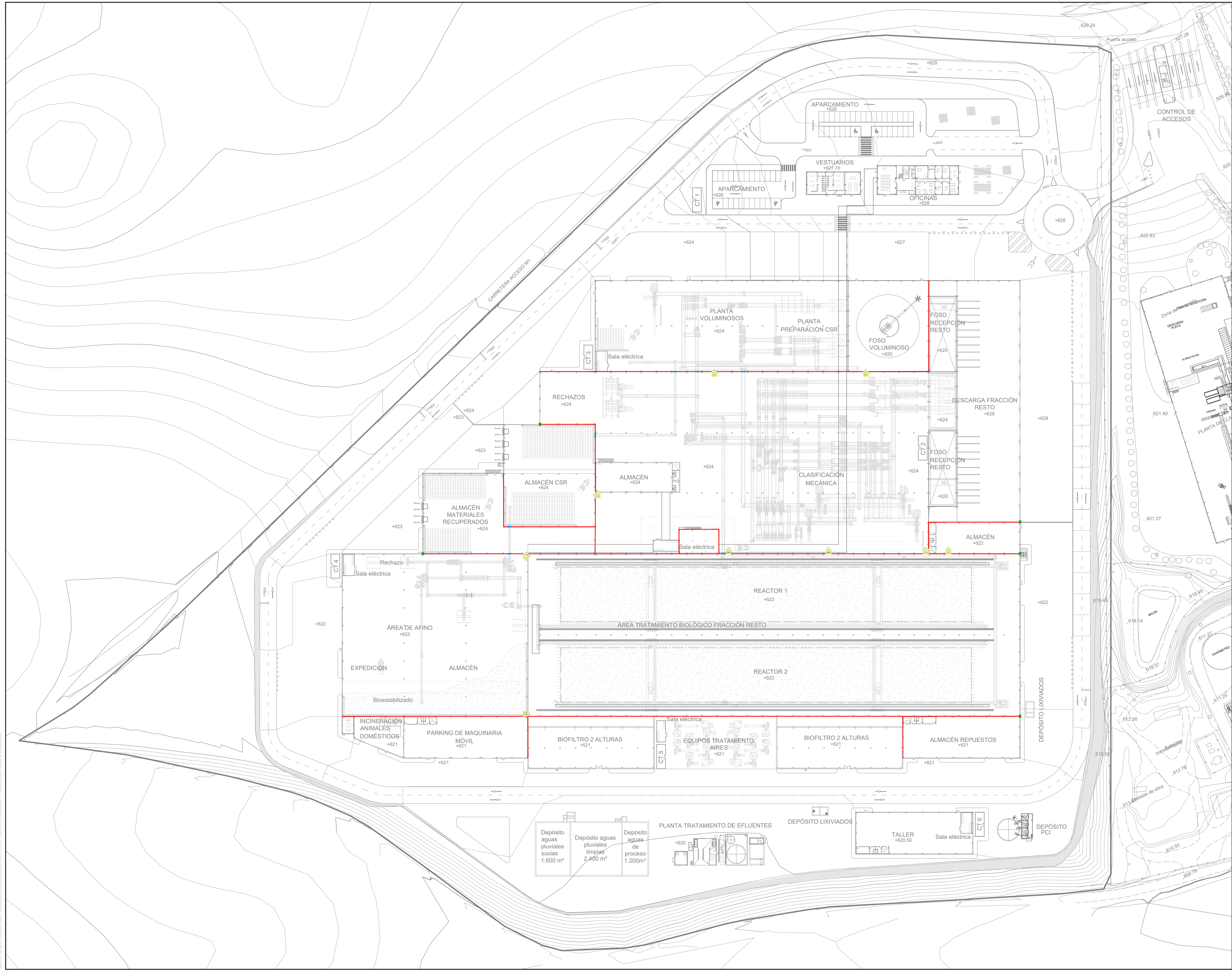
NAVE PLANTA ENVASES  
ESCALA: 1/400



NAVE PLANTA BIORESIDUOS  
ESCALA: 1/700

**LEYENDA**

- LIMITE DE SECTORES. CERRAMIENTO EI-90, CON FRANJA DE CUBIERTA EI-45. NO NECESARIA SI SE GARANTIZA POR LA PROLONGACIÓN DEL CERRAMIENTO SOBRE LA CUBIERTA EN MÁS DE 1 METRO.
- PASO DE CINTA CON GUILLOTINA PARA SECTORIZACIÓN EI-90.
- VESTÍBULOS DE INDEPENDENCIA.
- FRANJA DE SECTORIZACIÓN EN FACHADA EI-45. NO NECESARIA SI SE GARANTIZA POR LA CONTINUIDAD DEL CERRAMIENTO EI-90 EN MÁS DE 1 METRO.



REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.367

El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 5.153

Amoia Fonseca Silva - David López Torrijos

**PROYECTO BÁSICO. ANEXO PCI**

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO MADRID

Denominación:

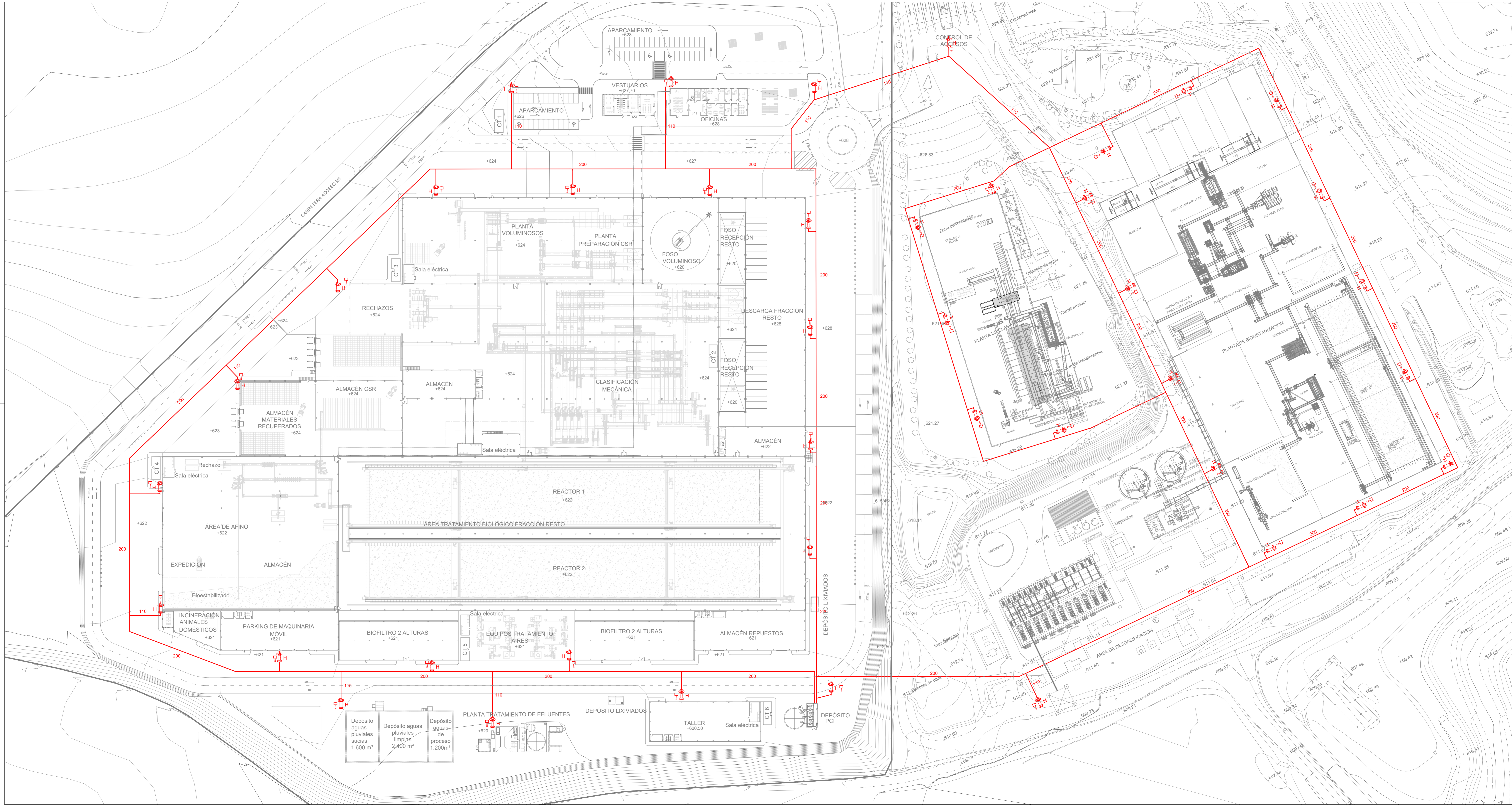
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. PROTECCIÓN PASIVA. PLANTA NUEVA

Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: 1/800 FORMATO A1 Fecha: Febrero - 2023

Archivo: 02023\_04\_M\_03\_PCI PROTECCION PASIVA Nº Plano: A6\_INS\_03 Nº Encargo: P2.001945

El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos o títulos quedan reservados. Este no podrá ser copiado, distribuido, reproducido, ni utilizado para otros fines sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Para su tramitación, modificación, actualización o ampliación.



**LEYENDA**

- TUBO FUNDICIÓN DÚCTIL DN200
- CABINA EQUIPO
- H HIDRANTE COLUMNA SECA
- H HIDRANTE SECO DE ARQUETA

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DI.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.367  
 El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 5.131

Amiag Fonseca Silva - David López Torijos

**PROYECTO BÁSICO. ANEXO PCI**

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

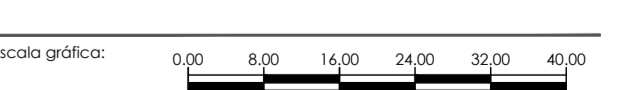
Vistas:



Situación: PINTO MADRID

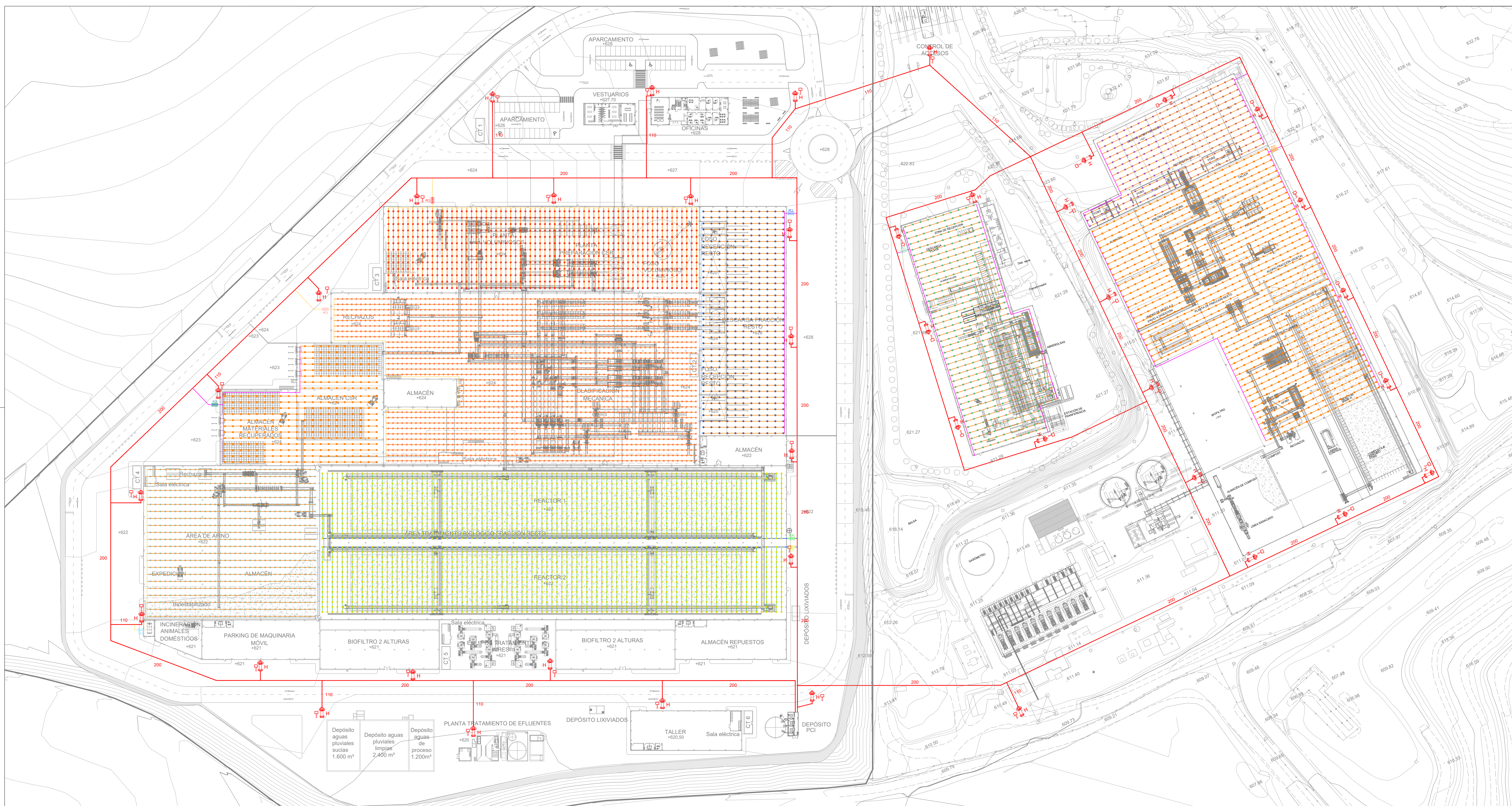
Denominación:

**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. RED DE HIDRANTES**



Escala: 1/700 Fecha: Febrero - 2023

Archivos: P2001945\_A6\_INS\_04  
 Nº Encargo: P2.001945



LEYENDA	
	TUBO PEAD PN16
	HIDRANTE SECO DE COLUMNA
	PUESTO DE CONTROL ROCIADOR
	TUBERÍA ACERO CON SOLDADURA UNE-EN 10217/10225 01 1/2"
	TUBERÍA ACERO CON SOLDADURA UNE-EN 10217/10225 02 3/4"
	TUBERÍA ACERO CON SOLDADURA UNE-EN 10217/10225 03"
	TUBERÍA ACERO CON SOLDADURA UNE-EN 10217/10225 04 4"
	ROCIADOR MONTANTE K-80 / K-115
	DEPÓSITO DE ESPUMÓGENO

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DR.	REV.	APR.

Promotor:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.367  
 El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 5.131

Amián Fonseca Silva - David López Torrijos  
**PROYECTO BÁSICO.  
 ANEXO PCI**

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUBSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Vistas:



Situación:  
**PINTO  
 MADRID**

Denominación:  
**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
 INSTALACIÓN DE ROCIADORES.**

Escala gráfica: 0 10 20 30 40 50

Escala: 1/700  
 Fecha: Febrero - 2023  
 Archivo: P201945\_A6\_INS\_01000  
 Nº Proyecto: A6\_INS\_05  
 Nº Encargo: P2.001945

**LEYENDA**

- EXUTORIO
- DEPÓSITOS



REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.567

*Amia Fonseca*

El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 3.163

*David López*

Amia Fonseca Silva - David López Torrijos

**PROYECTO BÁSICO. ANEXO PCI**

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO MADRID

Denominación:

**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. EXUTORIOS. PLANTA NUEVA**

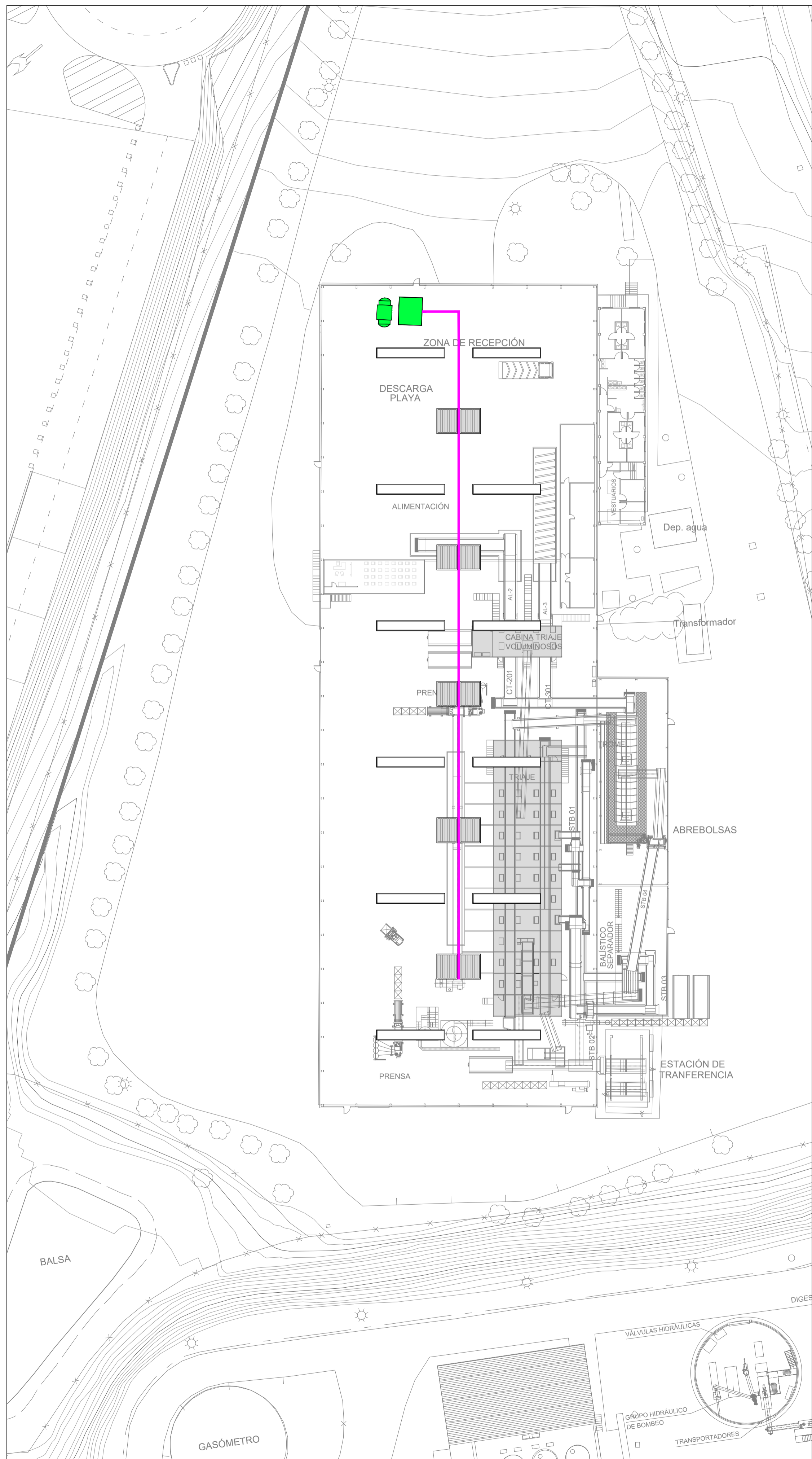
Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: 1/800

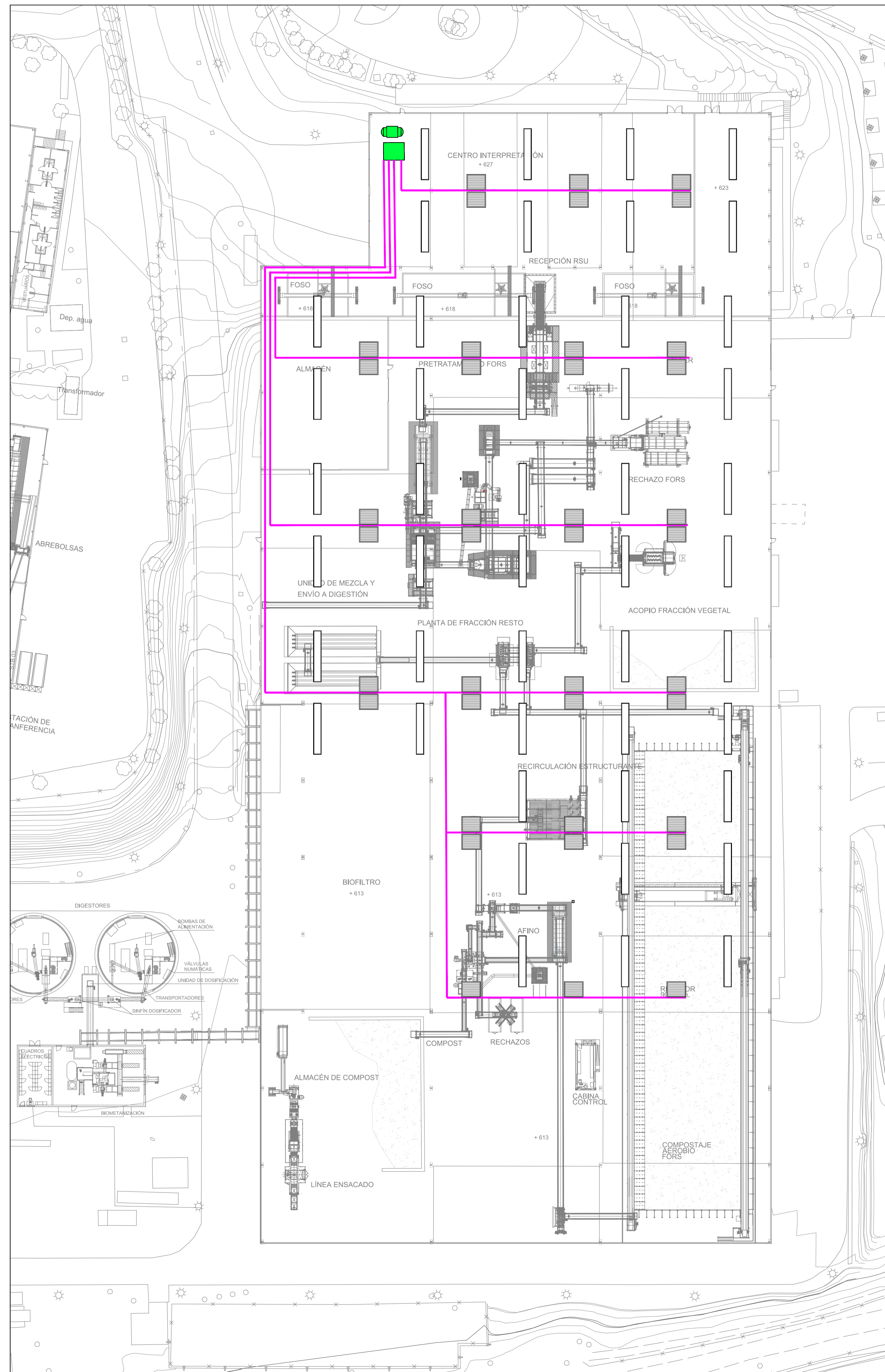
FORMATO A1 Fecha: Febrero - 2023

Archivo: P2021NS.AP.MI.NS.MA\_PCI.DWG Nº Plano: A6\_INS\_06  
 Nº Encargo: P2.001945

El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser copiado, distribuido, reproducido, ni utilizado en ningún otro medio sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Para su tramitación, Pliegos de Condiciones de Contratación.



NAVE PLANTA ENVASES  
ESCALA: 1/400



NAVE PLANTA BIORESIDUOS  
ESCALA: 1/500

LEYENDA

- EXUTORIO
- DEPÓSITOS

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo,

Colegiado nº 2.567

*Amalia Fonseca*

El Ingeniero Agrónomo,

Colegiado nº 3.133

*David López*

Amalia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
EXUTORIOS  
PLANTA ENVASES Y BIORESIDUOS

Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: FORMATO A1 Fecha: Febrero - 2023

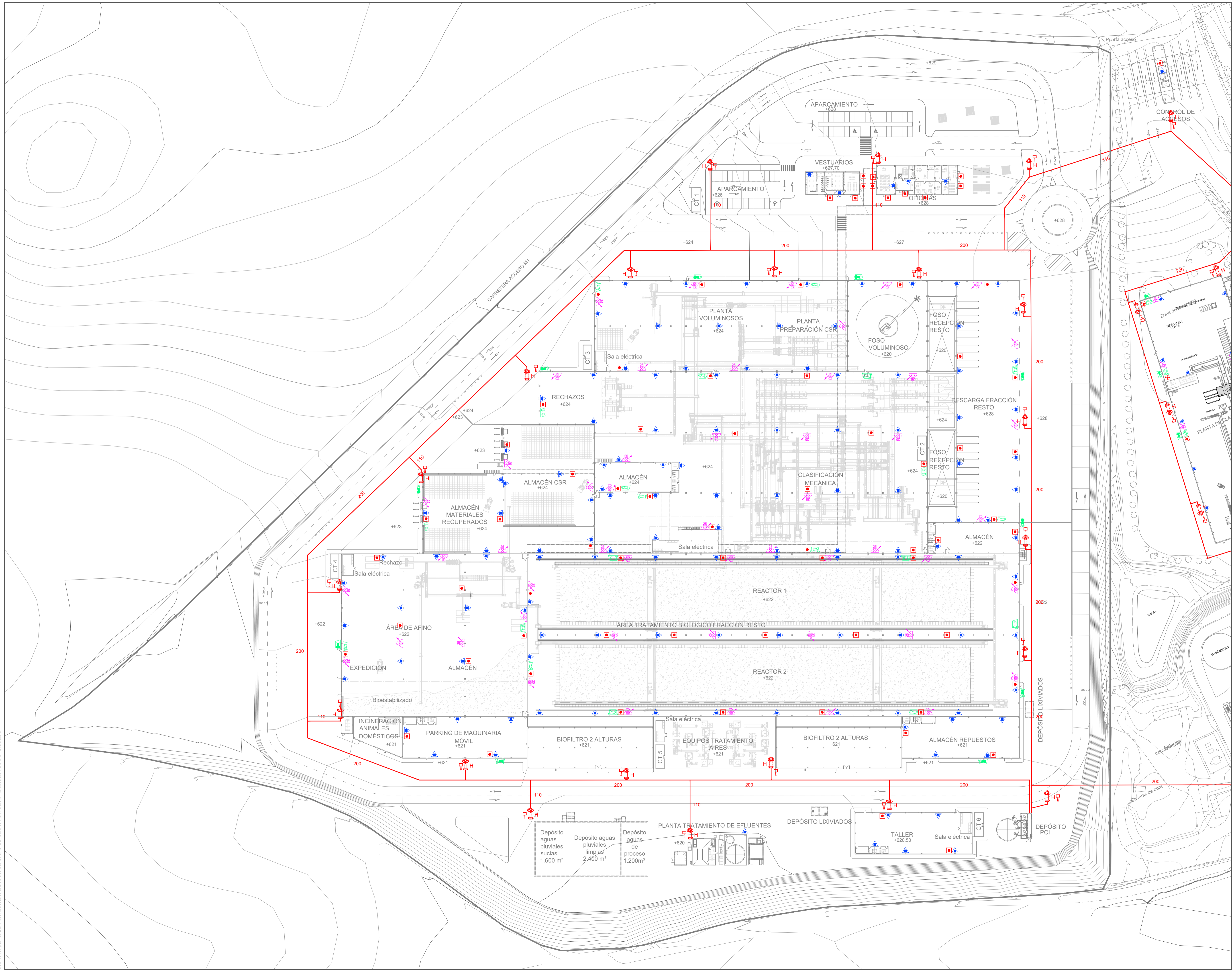
Archivo: P201945 AP\_MANS.A1\_PCI.DWG Nº Plano:

Nº Encargo: P2.001945 A6\_INS\_6.1



LEYENDA

- TUBERÍA HIDRANTES POLIETILENO ALTA DENSIDAD
- HIDRANTE ENTERRADO CON DOTACIÓN
- HIDRANTE ENTERRADO
- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO DE CUPIERTA
- TUBERÍA ROCIADORES ACERO 2448 S/S
- BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA
- ▲ EXTINTOR MANUAL POLVO SECO POLIVALENTE 21A 113B
- ▲ EXTINTOR NIEVE CARBÓNICA KG EF. 34B
- ▲ CARRO EXTINTOR POLVO ABC 25Kg
- TUBERÍA BIES ACERO DIN 2448 S/S
- CENTRAL DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL
- SIRENA INTERIOR
- SIRENA EXTERIOR
- PULSADOR ALARMA



REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.567

*Amia Fonseca*

El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 3.133

*David López*

Amia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

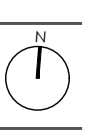
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
MEDIOS PCI  
NUEVA PLANTA

Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

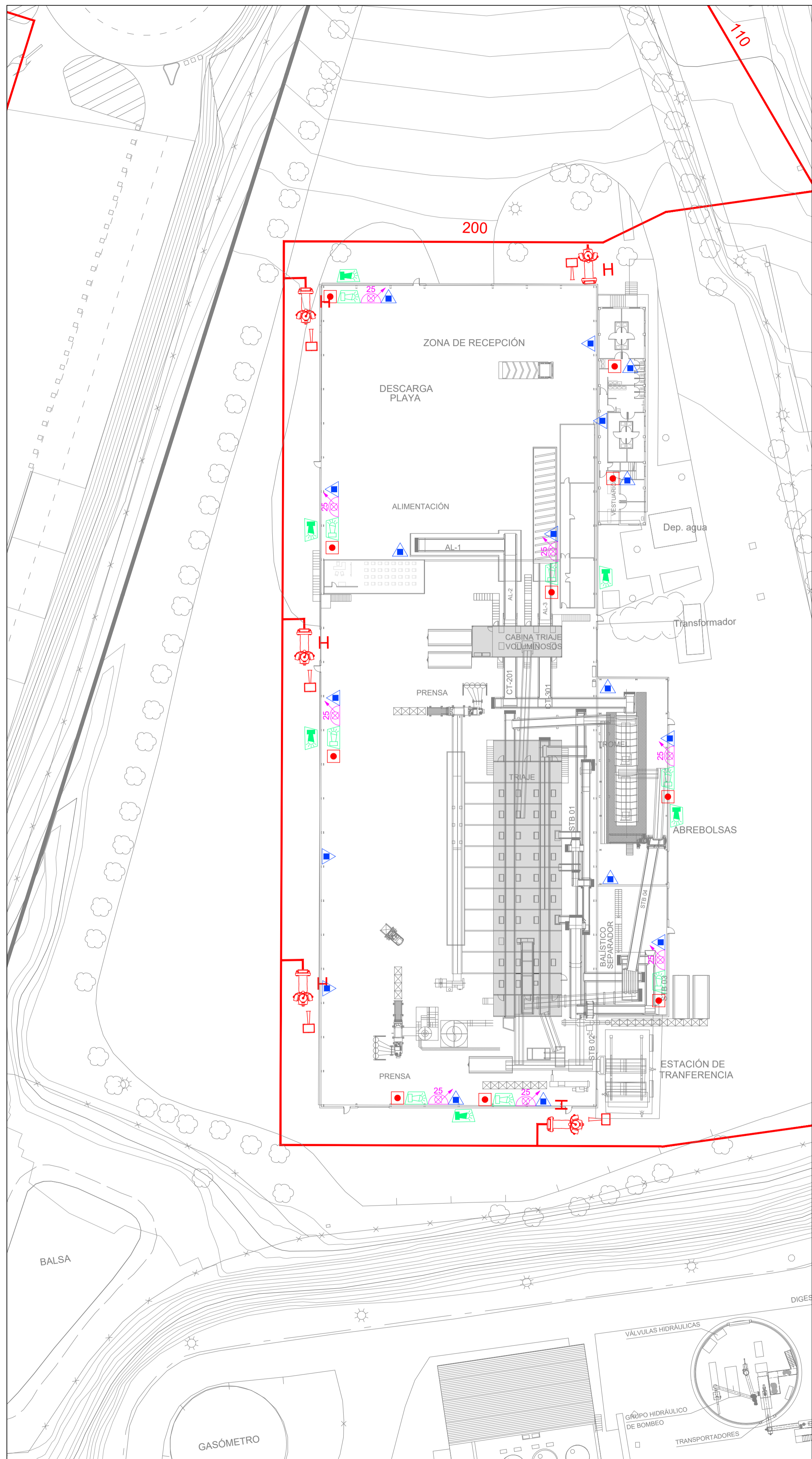
Escala: 1/800

Fecha: Febrero - 2023

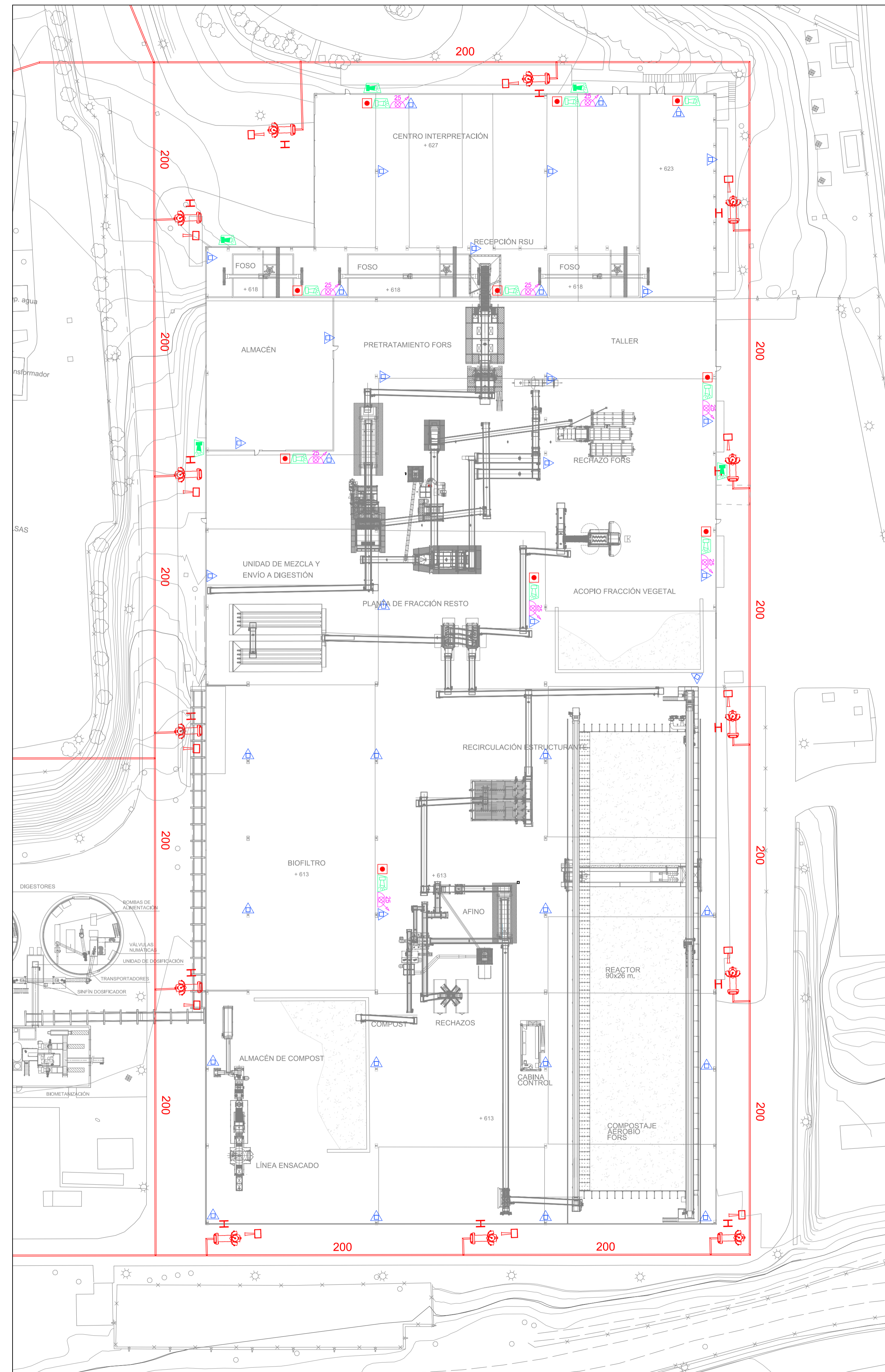
Archivo: P202146\_MF\_MJ\_RK\_07\_PCI\_MEDIOS  
Nº Plano: A6\_INS\_07  
Nº Encargo: P2.001945



El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser copiado, distribuido, reproducido, ni utilizado sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Para su tramitación, planificación, ejecución o modificación, se requiere la autorización expresa de GRUPOTEC.



NAVE PLANTA ENVASES  
ESCALA: 1/400



NAVE PLANTA BIORESIDUOS  
ESCALA: 1/500

LEYENDA

- TUBERÍA HIDRANTES POLIETILENO ALTA DENSIDAD
- HIDRANTE ENTERRADO CON DOTACIÓN
- HIDRANTE ENTERRADO
- VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO DE CUPIERTA
- TUBERÍA ROCIADORES ACERO 2448 S/S
- BOCA DE INCENDIOS EQUIPADA
- ▲ EXTINTOR MANUAL POLVO SECO POLIVALENTE 21A 113B
- ▲ EXTINTOR NIEVE CARBÓNICA KG EF. 34B
- ▲ CARRO EXTINTOR POLVO ABC 25Kg
- TUBERÍA BIES ACERO DIN 2448 S/S
- CENTRAL DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL
- SIRENA INTERIOR
- SIRENA EXTERIOR
- PULSADOR ALARMA

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.567

*Amalia Fonseca*

El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 3.163

*David López*

Amalia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:

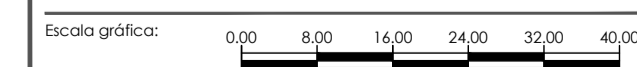


Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

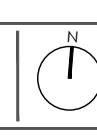
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
MEDIOS PCI  
PLANTA ENVASES Y BIORESIDUOS



Escala: FORMATO A1 Fecha: Febrero - 2023





INDICADAS

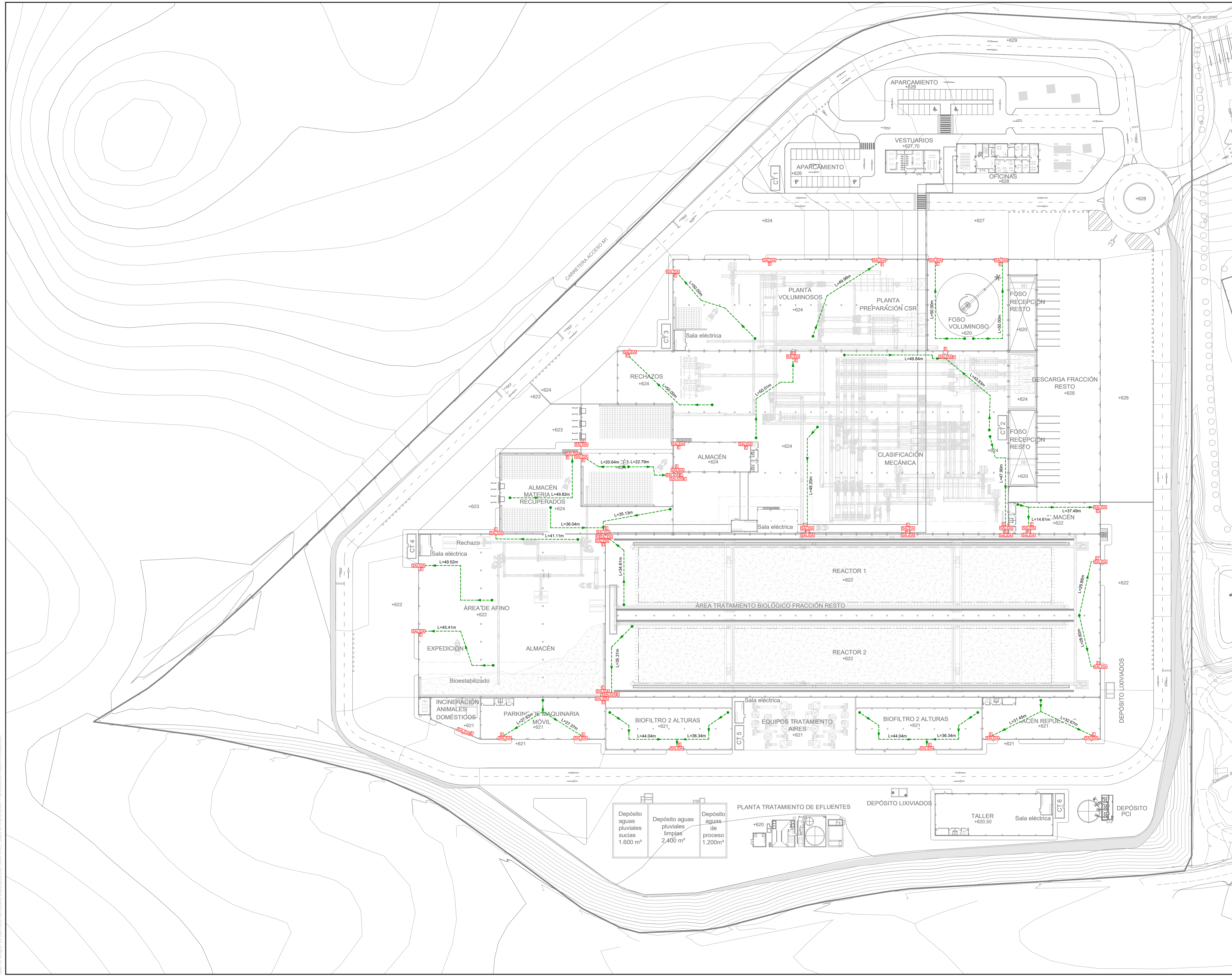
Archivo: P2\_001945\_MF\_ALRS\_71\_PC MEDIOS Nº Plano: A6\_INS\_7.1  
Nº Encargo: P2.001945



El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser copiado, reproducido, distribuido, ni utilizado sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Se prohíbe expresamente la explotación económica o la publicación de este documento sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC, para su transformación, reproducción, distribución o explotación económica.

LEYENDA

-  RECORRIDO EVACUACIÓN
-  ORIGEN DE LA EVACUACIÓN
-  SENALIZACION FOTOLUMINISCENTE DE "SALIDA"
-  LUMINARIA DE EMERGENCIA



REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo: Colegiado nº 2.367

El Ingeniero Agrónomo: Colegiado nº 3.153

Amoia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:

Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
RECORRIDOS DE EVACUACIÓN  
PLANTA NUEVA

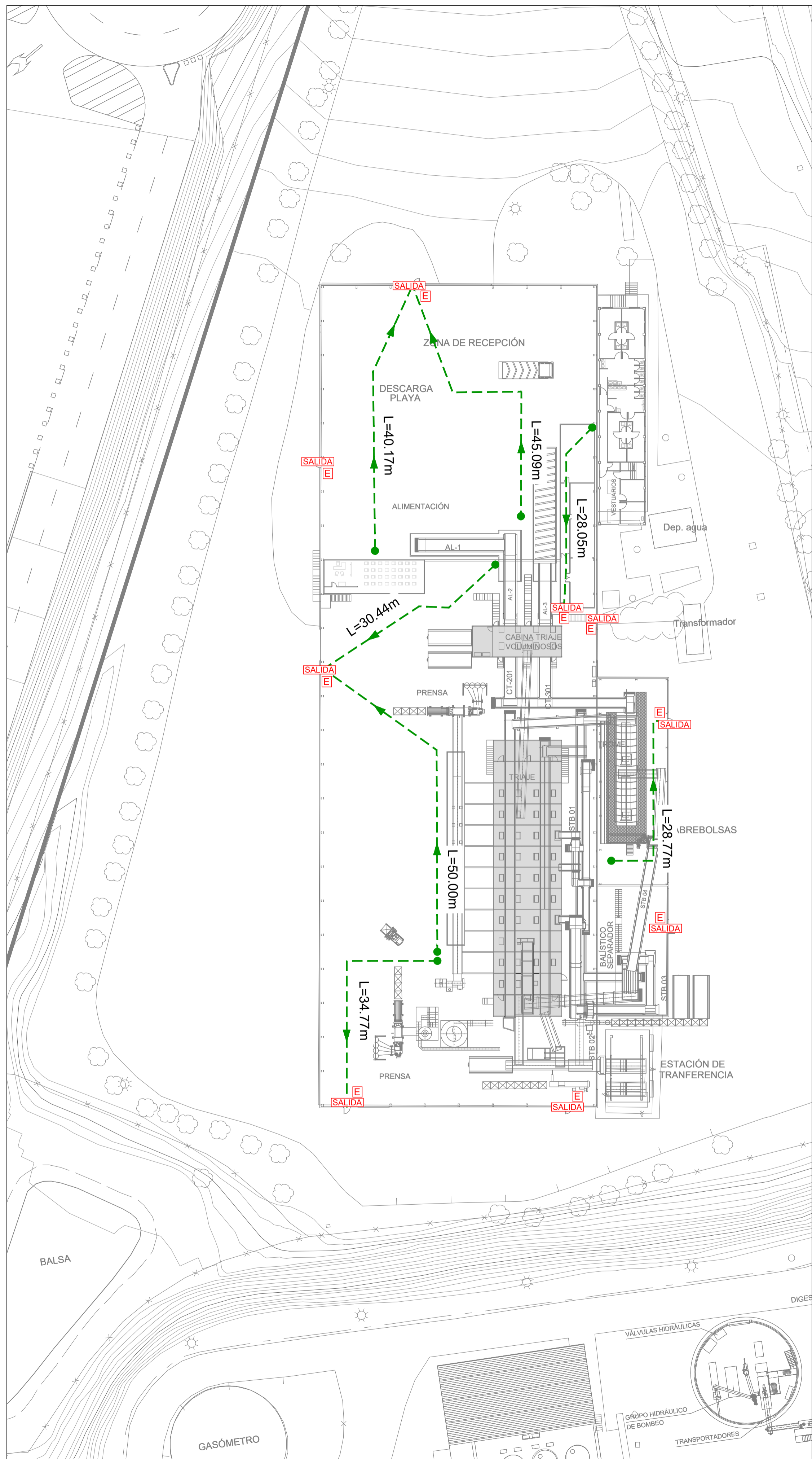
Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: 1/800

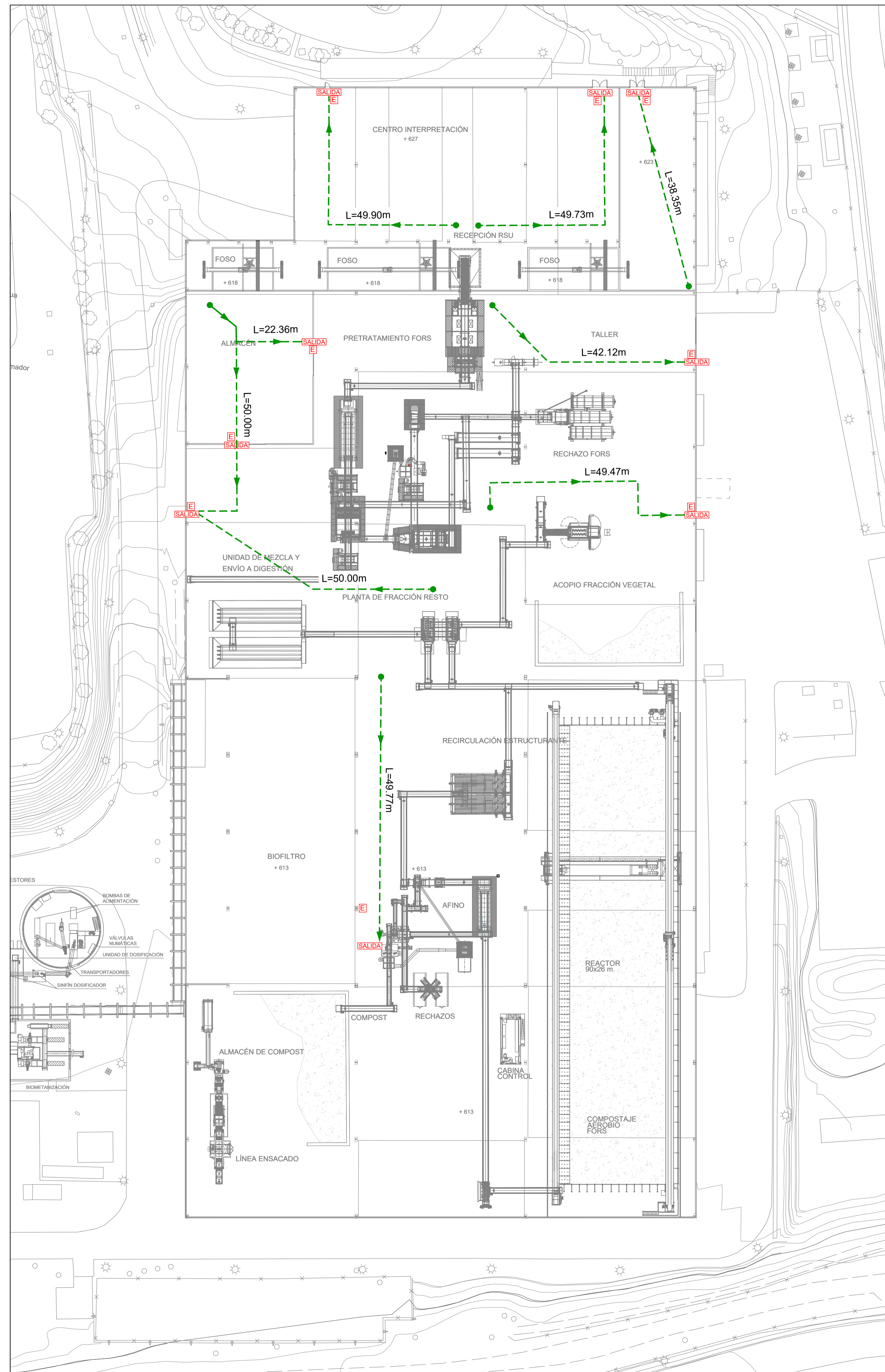
Fecha: Febrero - 2023

Archivo: P201945\_AF\_A6\_INS\_08\_PCI\_REC  
Nº Plano: A6\_INS\_08  
Nº Encargo: P2.001945

El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos o su uso quedan reservados. Este no podrá ser copiado, distribuido, reproducido, almacenado en un sistema de recuperación, ni transmitido en ninguna forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Para su tramitación, modificación, actualización o restitución.



NAVE PLANTA ENVASES  
ESCALA: 1/400



NAVE PLANTA BIORESIDUOS  
ESCALA: 1/500

LEYENDA

- RECORRIDO EVACUACIÓN
- ORIGEN DE LA EVACUACIÓN
- SALIDA SEÑALIZACIÓN FOTOLUMINISCENTE DE "SALIDA"
- E LUMINARIA DE EMERGENCIA

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo,  
Colegiado nº 2.567

*Amia Fonseca*

El Ingeniero Agrónomo,  
Colegiado nº 3.163

*David López*

Amia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE  
AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL  
COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL  
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS  
Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
RECORRIDOS DE EVACUACIÓN  
PLANTA ENVASES Y BIORESIDUOS

Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00







Escala: FORMACIÓN A1 Fecha: Febrero - 2023

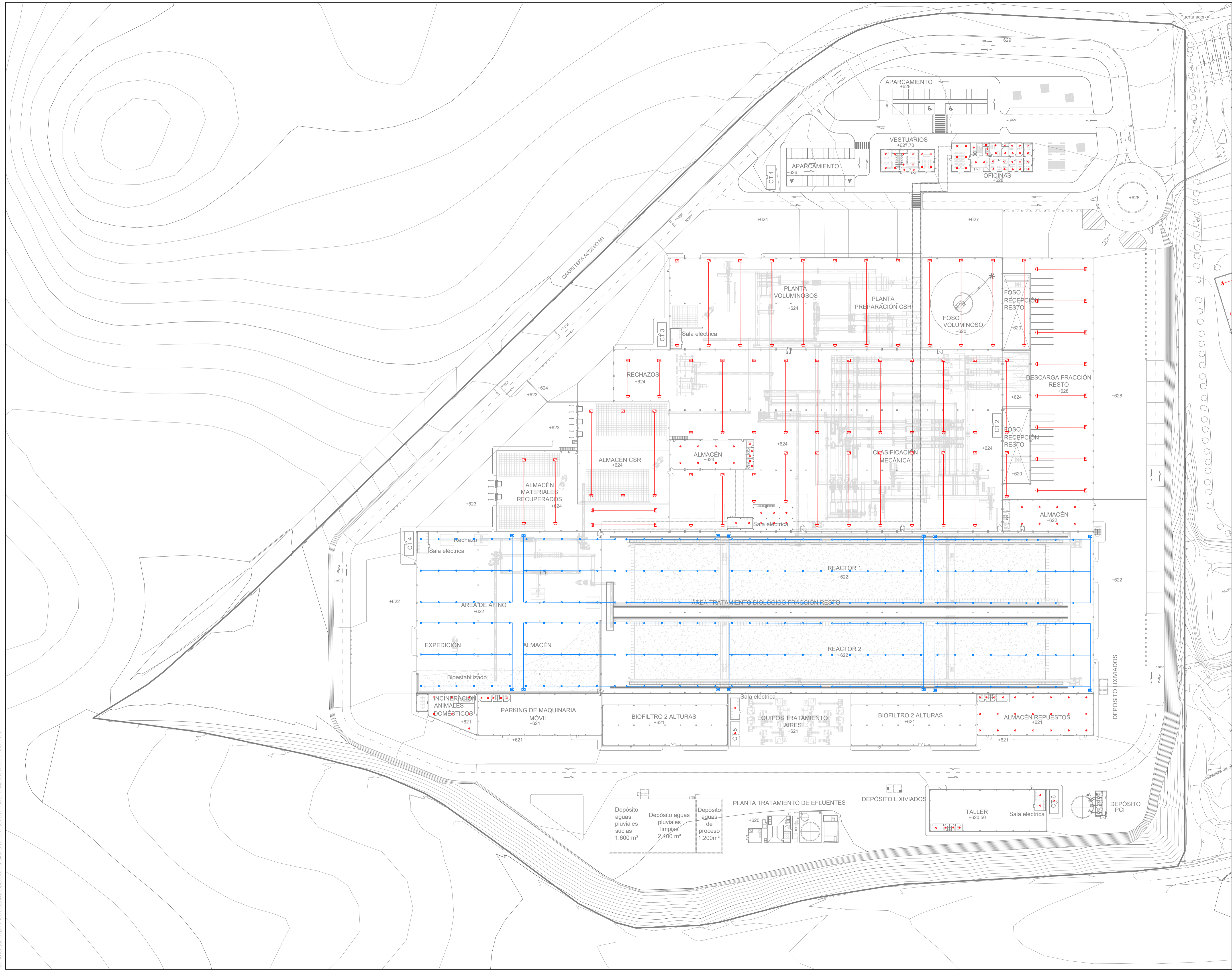
Indicadas: Archivo: P202196.AP\_ML\_INS.1\_PCI\_REC Nº Plano: Nº Encargo: P2.001945 A6\_INS\_8.1



El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser  
 reproducido, distribuido, copiado, ni utilizado para otros fines sin el consentimiento expreso de GRUPOTEC.  
 GRUPOTEC se reserva todos los derechos de propiedad intelectual, industrial, patrimonial, moral y patrimonial.  
 que no tengan los permisos necesarios expresados por GRUPOTEC, para su transformación, reproducción, distribución o explotación.

LEYENDA

-  DETECTOR ÓPTICO CONVENCIONAL
-  EMISOR
-  RECEPTOR
-  TUBERÍA DE ASPIRACIÓN
-  SISTEMA DETECCIÓN HAZ
-  CENTRALITA DETECCIÓN



REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo: Colegiado nº 2.307

*Amoia Fonseca Silva*

El Ingeniero Agrónomo: Colegiado nº 3.153

*David López Torrijos*

Amoia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:



Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
SISTEMAS DE DETECCIÓN  
PLANTA NUEVA

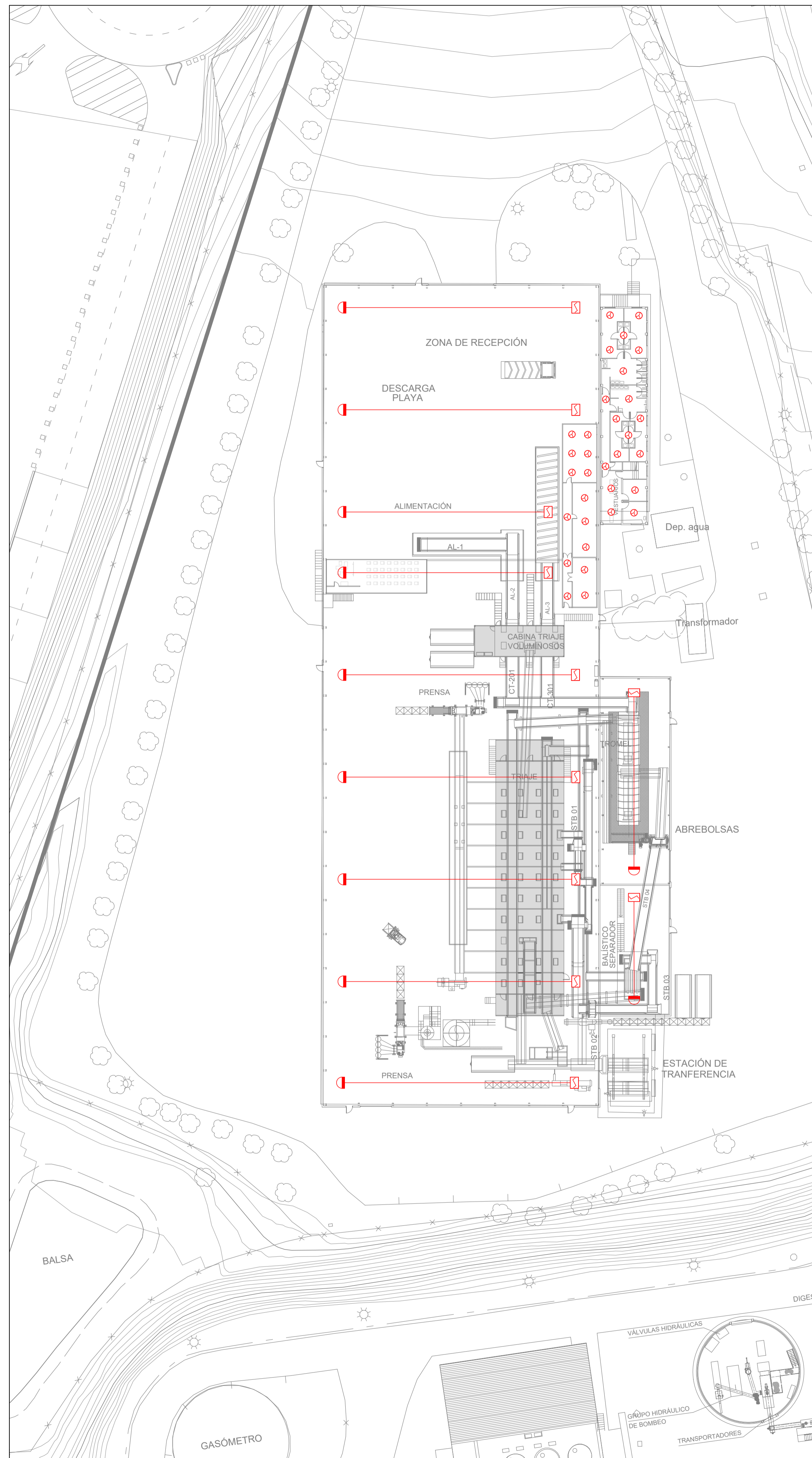
Escala gráfica: 0,00 8,00 16,00 24,00 32,00 40,00

Escala: 1/800

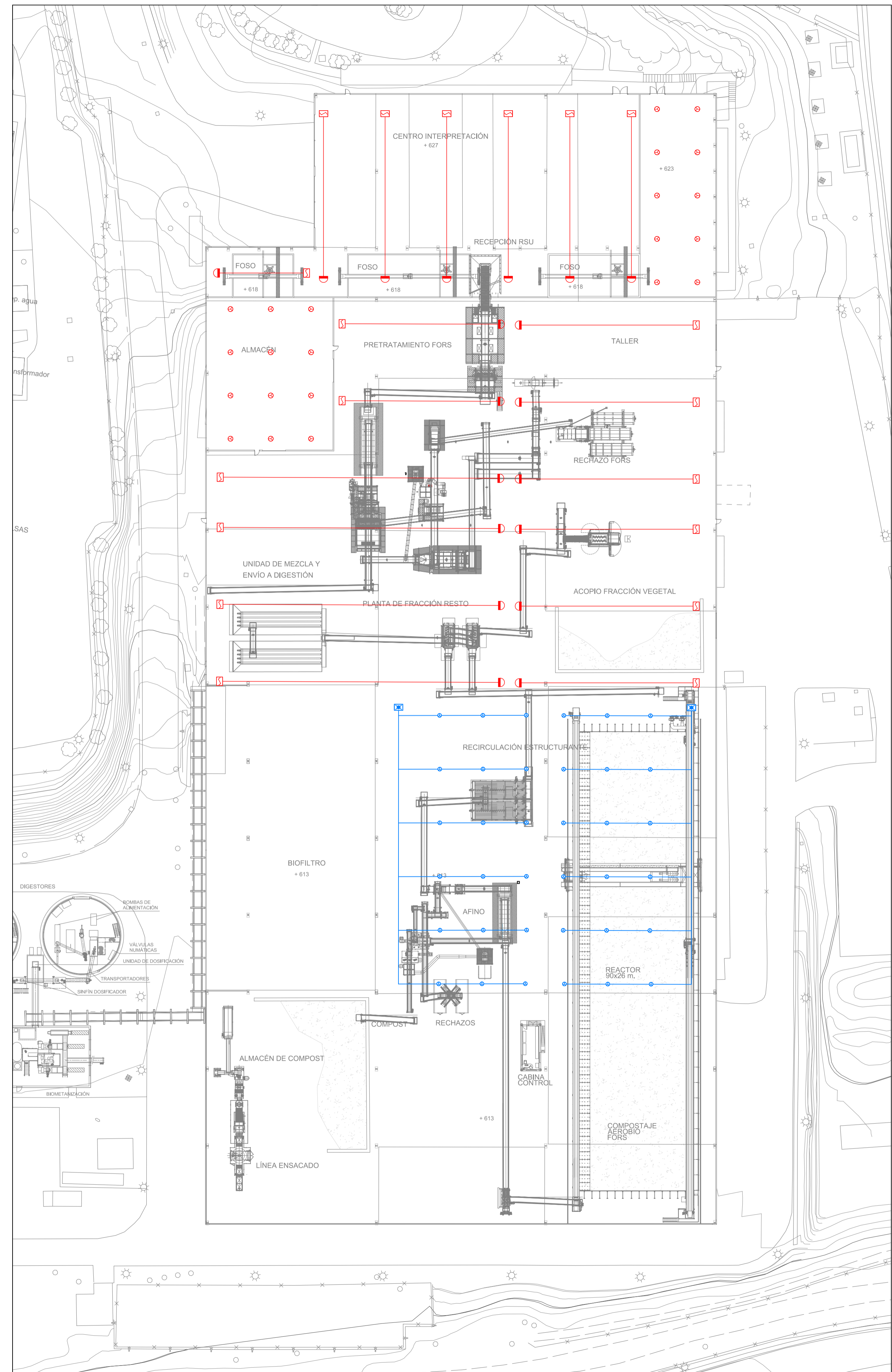
Fecha: Febrero - 2023

Archivo: P201945\_A6\_INS\_09\_PCI.DWG  
Nº Plano: A6\_INS\_09  
Nº Encargo: P2.001945

El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser copiado, distribuido, reproducido, ni utilizado sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Para su tramitación, modificación, actualización o integración.



NAVE PLANTA ENVASES  
ESCALA: 1/400



NAVE PLANTA BIORESIDUOS  
ESCALA: 1/500

LEYENDA

- DETECTOR ÓPTICO CONVENCIONAL
- EMISOR
- RECEPTOR
- TUBERÍA DE ASPIRACIÓN
- SISTEMA DETECCIÓN HAZ
- CENTRALITA DETECCIÓN

REV.	FECHA	OBSERVACIONES	DIB.	REV.	APR.

Promotor:



Empresa Consultora:



El Ingeniero Agrónomo Colegiado nº 2.567

*Amia Fonseca*      *David López Torrijos*

Amia Fonseca Silva - David López Torrijos

PROYECTO BÁSICO.  
ANEXO PCI

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

Visado:

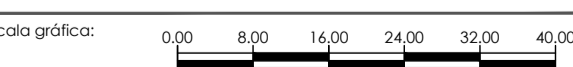


Situación:

PINTO  
MADRID

Denominación:

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.  
SISTEMAS DE DETECCIÓN  
PLANTA ENVASES Y BIORESIDUOS



Escala: FORMATO A1 Fecha: Febrero - 2023

INDICADAS

Archivo: F:\2018\AF\_A6\_INS\_1\_PO.DWG Nº Plano: A6\_INS\_9.1

Nº Encargo: P2.001945



El presente documento es propiedad exclusiva de GRUPOTEC. Todos los derechos reservados. Este no podrá ser copiado, reproducido, distribuido, ni utilizado sin el consentimiento escrito de GRUPOTEC. Se prohíbe expresamente su reproducción, modificación o transformación.



PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE LA  
MANCOMUNIDAD DEL SUR 2018-2024

## SOLICITUD DE MODIFICACIÓN SUSTANCIAL DE AUTORIZACIÓN AMBIENTAL INTEGRADA

DEL COMPLEJO MEDIOAMBIENTAL CM1 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PINTO  
PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES DE  
LA MANCOMUNIDAD DEL SUR

DOCUMENTO N° 1. PROYECTO BÁSICO

ANEXO 2

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES



Febrero 2023

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- OBJETO DEL PRESENTE ANEXO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....</b>	<b>6</b>
3.1.- INTRODUCCIÓN .....	6
3.2.- MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES GENÉRICAS.....	7
3.3.- TRATAMIENTOS MECÁNICOS.....	14
3.4.- TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS .....	19
1.1.1 Compostaje .....	21
1.1.2 Biometanización .....	33
1.1.3 Factores que intervienen en la biometanización .....	34
1.1.4 TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS A LA BIOMETANIZACIÓN.....	40
1.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS - VALORIZACIÓN ENERGÉTICA.....	42
1.2.1 COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS: CDR/CSR.....	43
1.2.2 Biocarburantes a partir de la fracción orgánica .....	48
1.2.3 CARBURANTES A PARTIR DEL PLÁSTICO .....	51
1.2.4 Incineración .....	51
1.2.5 Cogeneración a partir de residuos .....	68
1.2.6 Gasificación.....	70
1.2.7 Vitrificación .....	74
1.2.8 Gasificación por arco de plasma.....	74
1.2.9 Pirólisis.....	76
1.2.10 Termólisis .....	78
1.2.11 Oxidación térmica.....	80
1.2.12 Autoclave de RSUs.....	80
1.2.13 Desgasificación de vertederos.....	82
1.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS .....	84
<b>4.- CONCLUSIÓN .....</b>	<b>87</b>

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Anexo de estudio de aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles del “Proyecto Básico de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Proyecto del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”. Este último tiene por objeto solicitar la Modificación Sustancial de la Autorización Ambiental Integrada (en adelante AAI) otorgada a la Planta de Biometanización y Compostaje de Pinto, Planta de Envases y Depósito de Rechazos (AAI-5.019. Exp.:10-IPPC-00010.2/2019), incorporando las nuevas instalaciones propuestas en la parcela Anexa a las actuales, así como la modificación de parte de las instalaciones existentes.

El presente proyecto de solicitud de ampliación de AAI, comprende la construcción de un nuevo complejo de tratamiento de residuos anexo a las actuales instalaciones, así como la mejora y adaptación de las plantas existentes. La Planta cuenta en la actualidad con las siguientes instalaciones:

- Planta de Biometanización y Compostaje, de tratamiento de Fracción RESTO (residuos mezclados). En estas instalaciones se lleva a cabo la clasificación de los residuos entrantes, provenientes de la recogida del contenedor de residuos mezclado o fracción resto, desde la cual se separa la materia orgánica (MOR, o materia orgánica recuperada), que se somete dos tratamientos diferentes; por un lado, un tratamiento aeróbico en mesetas de compostaje y un posterior afino para obtención de bioestabilizado, y por otro, un tratamiento de biometanización con obtención de biogás.
- Planta de Tratamiento de Envases. En esta planta se tratan los envases provenientes de la planta de tratamiento de la fracción resto, de tal modo que se eliminan los impropios y se separan los envases de plástico para su posterior gestión a planta de reciclaje de plástico. El producto se embala y se acopia en el exterior para su retirada.
- Depósito de residuos no peligrosos. Anexo a las instalaciones descritas se dispone un vaso de vertido en el cual se depositan los rechazos de planta. El vertedero actual no es objeto de las actuaciones objeto del presente proyecto.

Las actuaciones planteadas en el presente proyecto son las siguientes:

- Construcción de un nuevo Complejo de Tratamiento de Residuos en una parcela anexa a las instalaciones existentes en el lado oeste, propiedad de la Mancomunidad

del Sur. En esta parcela de 14 ha, se construirán varias naves, constituyendo un gran complejo donde se tratarán de forma independiente los residuos provenientes de la fracción mezclada (RESTO), los residuos voluminosos, así como los residuos de fracciones de recogida selectiva como la orgánica (FORS), envases, papel/cartón, así como animales muertos.

- Sustitución, adaptación y mejora de las instalaciones actuales de tratamiento de fracción resto, para convertirlas en instalaciones de tratamiento de la fracción orgánica de recogida selectiva (FORS), mediante proceso de compostaje y afinado para obtención de compost de calidad. Para ello se sustituirá parte de la maquinaria y se acondicionará parte de la obra civil de las naves (soleras, y cerramientos)
- Adaptación de las instalaciones exteriores de biometanización. Reformando y adaptando parte de los equipos existentes para mejorar el rendimiento.
- Mejora de las instalaciones actuales de tratamiento de envases. Ampliación de equipos y reforma de los existentes para ampliar la producción requerida para el nuevo complejo.

En el presente anejo se estudiarán las Mejores Técnicas disponibles para la actividad planteada.

## **2.- OBJETO DEL PRESENTE ANEXO**

En este anexo se establecen las diferentes propuestas y alternativas, tecnológicamente más avanzadas para los procesos que pretenden implantarse para llevar a cabo la actividad de la nueva planta.

### **3.- PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS**

#### **3.1.- INTRODUCCIÓN**

La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, pone de manifiesto el continuo aumento en la producción de residuos que se está produciendo en España durante los últimos años y la importancia, cada vez mayor, de la actividad económica vinculada a los residuos, tanto por su envergadura, como por su repercusión directa en la sostenibilidad del modelo económico europeo.

La Directiva Marco de Residuos (DMR) establece el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos y hace hincapié en la prevención, entendida como el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido en sustancias peligrosas como los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente de los residuos generados. Además, la DMR incorpora la jerarquía de residuos, que aboga por centrarse en la prevención, la reducción, la preparación para la reutilización, el reciclaje y otras formas de valorización para así disminuir la eliminación en vertedero de los residuos, siendo esta la última opción a la que debería recurrirse.

La reducción del impacto ambiental de los residuos es uno de los principales objetivos que debe llevarse a cabo en la gestión de los residuos. Esto se consigue aplicando esta disminución del impacto en todas las etapas de la vida de los recursos, utilizando un enfoque basado en el ciclo de vida de los productos. Una de las medidas a adoptar para conseguir todo esto es aplicar las mejores técnicas disponibles en el tratamiento de los residuos.

Los sistemas de tratamiento incluyen el conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo para reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contiene, recuperar materias o sustancias valorizables, facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el rechazo para su posterior tratamiento finalista.

En la ilustración 31. *Propuesta global de infraestructuras de tratamiento y eliminación de residuos domésticos y asimilables a urbanos. Alternativas tecnológicas por instalación* se proponen alternativas de tratamiento en cada una de las instalaciones conforme al escenario más probable.

A continuación se van a proponer las mejores alternativas tecnológicas disponibles en la actualidad, y que cumplan con los principales objetivos de:

- Cumplimiento de la legislación vigente en materia de residuos.

- Minimización de los efectos ambientales.
- Máximo aprovechamiento de los recursos utilizados en el tratamiento, logrando un equilibrio adecuado entre eficacia-rendimiento-calidad.
- Obtención de un producto de la máxima calidad posible, en los casos de la reutilización, reciclaje y valorización.

### 3.2.- MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES GENÉRICAS

La Decisión de Ejecución (UE) 2018/1147 de la Comisión, de 10 de agosto de 2018, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el tratamiento de residuos, de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, resume las MTD aplicadas a la valorización y/o eliminación de residuos no peligrosos, correspondientes a los diversos tipos de procesos y actividades concretas definidas en el ámbito de la gestión de residuos domésticos.

**Comportamiento ambiental global:** técnicas relativas a la mejora continua del rendimiento ambiental de los sistemas de gestión de residuos. Las MTD consisten en:

- ✚ Implantar y cumplir un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), que incorpore al menos:
  - Compromiso de los órganos de dirección, incluidos los directivos superiores y revisión del SGA por parte de estos.
  - Definición de una política ambiental que promueva la mejora continua del comportamiento ambiental de la instalación contemplada.
  - Planificación y establecimientos de los procedimientos, objetivos y metas necesarios.
  - Implantación de los procedimientos, considerando todos los aspectos que se pueden ver afectados: desde la estructura y responsabilidad del personal, formación y documentación asociada, implicación, control de procesos y programa de mantenimiento, así como preparación frente a emergencias y cumplimiento de la legislación ambiental.
  - Comprobación del rendimiento y adopción de medidas correctoras, incluyendo la monitorización, medidas preventivas, mantenimiento de registros y auditoría interna independiente para determinar la implantación del SGA.
  - Gestión de los flujos de residuos, aguas y gases residuales.

- Planes de gestión referidos a: restos, accidentes, olores, ruido y vibraciones.

Es importante además tener en cuenta el impacto ambiental del eventual desmantelamiento de las instalaciones, así como tener presente el desarrollo de tecnologías más limpias que se puedan aplicar y fijar niveles de referencia, cuando sea posible, relativos a la eficacia energética, emisiones al aire, consumo de agua, generación de residuos, etc.

- ✚ Utilizar las siguientes técnicas citadas a continuación para mejorar el comportamiento ambiental global de la instalación:

- Procedimientos de caracterización, pre-aceptación y aceptación de residuos.
- Inventario y sistema de rastreo de residuos.
- Sistema de gestión de la calidad de salida.
- Garantizar la separación de residuos.
- Garantizar la compatibilidad de los residuos antes de mezclarlos o combinarlos.
- Clasificación de los residuos sólidos entrantes.

- ✚ Establecer y mantener actualizado un inventario de los flujos de aguas y gases residuales como parte del SGA para reducir las emisiones al agua y a la atmósfera, y que incluya:

- Información sobre las características de los residuos que van a tratarse y sus procesos de tratamiento, incluyendo descripciones de las técnicas integradas en los procesos y del tratamiento de las aguas y gases residuales en su origen, y diagramas de flujo de los procesos que muestren el origen de las emisiones.
- Información sobre las características de los flujos de aguas residuales, como valores medios, variabilidad del flujo, pH, temperatura, concentración de las sustancias más relevantes (DQO/COT, NO<sub>x</sub>, metales, contaminantes, etc.) y datos de bioeliminabilidad.
- Información sobre las características de los flujos de gases residuales, como valores medios y variabilidad del flujo y la temperatura, concentración de las sustancias más relevantes (COP, compuestos orgánicos, etc.); datos de inflamabilidad y reactividad; y presencia de sustancias que puedan afectar al sistema de tratamiento o a las instalaciones.

- ✚ Reducción del riesgo ambiental asociado al almacenamiento de residuos, utilizando las siguientes técnicas:
  - Optimización del lugar de almacenamiento.
  - Adecuación de la capacidad de almacenamiento.
  - Seguridad de las operaciones de almacenamiento.
  - Zona separada para el almacenamiento y la manipulación de residuos peligrosos envasados.
- ✚ Reducción del riesgo ambiental asociado a la manipulación y traslado de residuos, aplicando los siguientes procedimientos:
  - Manipulación y traslado de residuos a cargo de personal competente.
  - Manipulación y traslado de residuos documentados, con validación previa a su ejecución y verificación posterior a la misma.
  - Adopción de medidas de prevención y detección de derrames.
  - Precaución en el mezclado o combinación de residuos.

#### **Monitorización:**

- ✚ Monitorización de los principales parámetros del proceso en lugares clave para controlar las emisiones relevantes al agua.
- ✚ Monitorización de las emisiones al agua de manera periódica y de acuerdo con normas EN (o en su defecto, normas ISO u otras normas que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente) de las sustancias descritas en el documento de referencia de la Decisión de la Comisión.
- ✚ Monitorización de las emisiones canalizadas a la atmósfera de manera periódica y de acuerdo con normas EN (o en su defecto, normas ISO u otras normas que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente) de las sustancias descritas en el documento de referencia de la Decisión de la Comisión.
- ✚ Monitorización, al menos de manera anual, de las emisiones difusas a la atmósfera de compuestos orgánicos procedentes de disolventes.
- ✚ Monitorización periódica de las emisiones de olores, mediante las normas EN (o en su defecto, normas ISO u otras normas que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente).

- ✚ Monitorización del consumo anual de agua, energía y materias primas, así como la generación anual de residuos y aguas residuales, al menos de manera anual.

#### **Emisiones a la atmósfera:**

- ✚ Evitar o reducir la emisión de olores, mediante la aplicación de un plan de gestión de olores que incluya los siguientes protocolos: de actuaciones y plazos, de monitorización de olores y de respuesta frente a incidentes, así como un programa de prevención y reducción de olores elaborado para detectar las fuentes, caracterizarlas y aplicar medidas de prevención y/o reducción.
- ✚ Evitar o reducir la emisión de olores mediante la utilización de las siguientes técnicas:
  - Reducción al mínimo de los tiempos de permanencia (sólo para sistemas abiertos).
  - Aplicación de un tratamiento químico para reducir la formación de compuestos olorosos, sin comprometer la calidad de los productos de salida.
  - Optimización del tratamiento aerobio.
- ✚ Reducir las emisiones difusas a la atmósfera, en particular de partículas, compuestos orgánicos y olores, mediante la aplicación de las siguientes técnicas:
  - Minimización del número de fuentes potenciales de emisión difusa mediante configuración adecuada del trazado de las tuberías; uso preferente del traslado por gravedad; limitación de la altura de caída de los materiales; limitación de la velocidad del tráfico o utilización de barreras cortaviento.
  - Selección y uso de equipos de alta integridad.
  - Prevención de la corrosión mediante técnicas, como la selección adecuada de los materiales de construcción y revestimiento del equipamiento con inhibidores de corrosión.
  - Contención, recogida y tratamiento de las emisiones difusas en espacios cubiertos, edificios cerrados a una presión adecuada, o mediante sistemas de extracción y/o aspiración de aire próximos a las fuentes de emisión.
  - Humectación de las fuentes potenciales de emisiones difusas de partículas.
  - Mantenimiento y control periódico de la maquinaria y los equipos de protección.
  - Limpieza de las zonas de tratamiento y almacenamiento de residuos.
  - Programa LDAR de detección y reparación de fugas.

- ✚ Utilizar la combustión en antorcha únicamente por razones de seguridad o en condiciones de funcionamiento no rutinarias. Diseñar de manera correcta la instalación con sistema de recuperación de gases y llevar a cabo una gestión adecuada de la misma realizando un control avanzado del proceso.
- ✚ Reducir las emisiones a la atmósfera de las antorchas cuando su uso sea inevitable mediante el diseño correcto de los dispositivos de combustión en la antorcha y mediante la monitorización y registro de las emisiones.

### **Ruido y vibraciones:**

- ✚ Evitar o reducir el ruido y las vibraciones estableciendo, aplicando y revisando periódicamente un plan de gestión del ruido y las vibraciones como parte del SGA, que incluya los siguientes protocolos: de actuaciones, de monitorización y de respuesta frente a denuncias, así como de un programa de reducción del ruido y las vibraciones destinado a determinar las fuentes, medición y caracterización del ruido y las vibraciones y aplicación de medidas de prevención y reducción.
- ✚ Evitar o reducir el ruido y las vibraciones mediante la utilización de las siguientes técnicas:
  - Medidas operativas de inspección de maquinaria, cierre de puertas y ventanas, manejo de maquinaria por personal especializado, evitar actividades ruidosas durante la noche y control del ruido durante las actividades.
  - Ubicación adecuada de edificios y maquinaria, con el fin de atenuar los niveles de ruido.
  - Utilización de maquinaria de bajo nivel de ruido.
  - Aparatos de control de ruidos y vibraciones: reductores del ruido, aislamiento acústico y vibratorio, confinamiento de maquinaria, insonorización de edificios.
  - Atenuación del ruido con muros de protección, terraplenes, edificios, etc.

### **Emisiones al agua:**

- ✚ Optimizar el consumo de agua, reducir el volumen de aguas residuales y evitar o reducir las emisiones al suelo y al agua mediante las siguientes técnicas:
  - Gestión del agua mediante planes de ahorro de agua, optimización del uso de agua de lavado y reducción del uso del agua en la generación de vacío.

- Recirculación del agua dentro de la instalación, dependiendo del balance hídrico de esta, del contenido de impurezas y las características de las corrientes de agua.
  - Impermeabilidad de la superficie de tratamiento de residuos en función de los riesgos que planteen estos.
  - Técnicas para reducir la probabilidad de desbordamientos y averías en depósitos y otros recipientes y minimizar su impacto utilizando: detectores de desbordamientos, tuberías de rebosamiento conectadas a un sistema de drenaje confinado, depósitos para líquidos, aislamiento de depósitos y del confinamiento secundario.
  - Instalación de cubiertas en las zonas de tratamiento y almacenamiento de residuos, en función de los riesgos que planteen estos.
  - Separación de corrientes de agua según el contenido de contaminantes y las técnicas de tratamiento.
  - Infraestructura de drenaje adecuada en la zona de tratamiento. Recogida del agua de lluvia, agua de lavado, derrames, etc. y recirculación de esta o tratamiento de la misma en función del contenido de sustancias contaminantes.
  - Disposiciones en materia de diseño y mantenimiento que permitan la detección y reparación de fugas: monitorización periódica, reparación de maquinaria y reducción del uso de componentes subterráneos.
  - Capacidad adecuada de almacenamiento intermedio para las aguas residuales generadas en condiciones distintas al normal funcionamiento.
- ✚ Reducir las emisiones al agua que provienen del tratamiento de las aguas residuales mediante combinación de las siguientes técnicas:
- Tratamiento preliminar y primario: nivelación de los contaminantes, neutralización de ácidos y álcalis, separación física de materias sólidas o sólidos en suspensión.
  - Tratamiento fisicoquímico: adsorción, destilación/rectificación, precipitación, oxidación química, reducción química, intercambio iónico de contaminantes

susceptibles a estas técnicas, evaporación de contaminantes solubles, arrastre de contaminantes purgables.

- Tratamiento biológico: proceso de lodos activos y biorreactor de membrana para compuestos orgánicos biodegradables.
- Eliminación del nitrógeno: nitrificación/desnitrificación del N total y del amoníaco si el tratamiento incluye tratamiento biológico.
- Eliminación de sólidos: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y flotación de sólidos en suspensión y metales en partículas.

#### **Emisiones resultantes de accidentes e incidentes:**

✚ Prevenir o limitar las consecuencias ambientales de accidentes e incidentes mediante la utilización de las siguientes técnicas, como parte del plan de gestión de accidentes:

- Medidas de protección: protección contra actos hostiles, sistema de protección contra incendios y explosiones, accesibilidad y operatividad de los equipos de control en situaciones de emergencia.
- Gestión de las emisiones resultantes de accidentes e incidentes mediante procedimientos y técnicas adecuadas.
- Sistema de registro de evaluación de accidentes e incidentes, con un libro o diario de registro de estos, procedimientos para identificar los mismos y responder ante ellos.

#### **Eficiencia en el uso de materiales:**

✚ Sustitución de materiales por residuos.

#### **Eficiencia energética:**

✚ Uso eficiente de la energía mediante las siguientes técnicas:

- Plan de eficiencia energética que incluya el consumo energético de cada actividad, indicadores anuales de funcionamiento y objetivos periódicos de mejora.
- Registro del balance energético, con el consumo y generación de energía por tipo de fuente que incluya información sobre los flujos de energía durante todo el proceso.

#### **Reutilización de envases:**

- ✚ Reducir la cantidad de residuos destinados a ser eliminados mediante la reutilización de envases como parte del plan de gestión de residuos.

### 3.3.- TRATAMIENTOS MECÁNICOS

Los tratamientos mecánicos realizados en el tratamiento de residuos están orientados a la selección y clasificación de materiales, de manera que permitan la recuperación de materiales valorizables, así como la segregación de los residuos a los que se les puede aplicar un tratamiento posterior.

Este tipo de tratamiento se aplica especialmente para la clasificación de los residuos de envases ligeros recogidos separadamente, aunque también se utiliza para la separación de materiales contenidos en la fracción resto.

Los procedimientos de clasificación de residuos pueden ser manuales, semiautomáticos y automáticos. Dependiendo de la fracción que se quiere recuperar se utilizan unos u otros.

Los procesos iniciales de clasificación donde el objetivo es recuperar elementos voluminosos son de tipo manual, debido a que, por el tamaño de los residuos a separar, es difícil aplicar algún tipo de automatización.

Entre los procesos automáticos se incluyen:

- Sistemas de abre Bolsas, que aseguran la apertura de un alto porcentaje de Bolsas (95-98%) y extraen su contenido. Este sistema garantiza una mayor eficacia en los procesos de selección posteriores.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---



Ilustración 1. Sistema de abrebolsas [Fuente: Leblan]

- Sistemas de aspiración de bolsas y plástico film.
- Criba rotatoria o trómel, cuya función básica es separar los residuos por tamaño. Los tamaños de la malla del trómel dependen de las características de los residuos que se tratarán.



Ilustración 2. Trómel [Fuente: Leblan]

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---

- Sistemas balísticos de separación de materiales en tres fracciones: ligera/plana, pesada/rodante y finos. Esta separación se produce por las distintas formas, densidades y tamaños de los materiales que se procesan.



Ilustración 3. Separador balístico [Fuente: Leblan]

- Separadores magnéticos para los metales férreos, que extraen y recuperan las piezas férricas que se encuentran entre el material que circula por una cinta transportadora.



Ilustración 4. Separador magnético [Fuente: Felemang]

- Separadores de Foucault para metales no férreos, con sistema excéntrico de polos magnéticos.



Ilustración 5. Separador de Foucault para metales no férricos [Fuente: Steinert]

- Separadores automáticos por infrarrojos para plásticos y cartón para bebidas, basados en la tecnología NIR para detección de la composición química de los productos.

A continuación, se resumen las MTD en el tratamiento mecánico de residuos determinadas en la Decisión de Ejecución (UE) 2018/1147 de la Comisión, de 10 de agosto de 2018, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el tratamiento de residuos, de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo:

#### Emisiones a la atmósfera:

- ✚ Reducir las emisiones a la atmósfera de partículas y metales ligados a partículas de PCDD/PCDF y de PCB similares a las dioxinas, mediante utilización o combinación de las siguientes técnicas:
  - Uso de ciclones como separadores preliminares de partículas gruesas.
  - Filtración por filtro de mangas.
  - Depuración húmeda.
  - Inyección de agua en la trituradora.

El nivel medio de partículas emitidas a la atmósfera procedentes del tratamiento mecánico de residuos será de 2-5 mg/Nm<sup>3</sup>. Si no se puede utilizar filtro de mangas el límite será 2-10 mg/Nm<sup>3</sup>.

En el caso del tratamiento mecánico mediante trituradoras de residuos metálicos, se establecen las siguiente MTDs:

### **Comportamiento ambiental global:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para mejorar el comportamiento ambiental global y evitar las emisiones resultantes de accidentes e incidentes:
  - Aplicación de un procedimiento de inspección pormenorizado de los residuos antes de su trituración.
  - Retirada de elementos peligrosos del flujo de residuos entrante y eliminación segura de los mismos.
  - Tratamiento de los contenedores solo si presentan declaración de limpieza de estos.

### **Deflagraciones:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para prevenir deflagraciones y reducir las emisiones en caso de que ocurran:
  - Plan de gestión de deflagraciones, con un programa de reducción de estas, revisión de incidentes y protocolo de respuesta a incidentes de deflagración.
  - Amortiguadores de alivio de presión.
  - Pre-trituración con una trituradora de baja velocidad antes de la trituradora principal.

### **Eficiencia energética:**

- ✚ Alimentación estable de la trituradora para utilizar con eficiencia la energía, evitando interrupciones o sobrecargas de alimentación.

En el caso del tratamiento mecánico de residuos con poder calorífico, se establecen las siguientes MTDs:

### **Emisiones a la atmósfera:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para reducir las emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos: adsorción, biofiltración, oxidación térmica o depuración húmeda.

El nivel de emisión de COVT generadas en el tratamiento mecánico de residuos con poder calorífico será de 10-30 mg/Nm<sup>3</sup>.

### 3.4.- TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

Los tratamientos biológicos son operaciones de tratamiento por biodegradación de materia orgánica tanto recogida de forma separada (FORS) como de la presente en la fracción resto donde no hay dicha recogida separada, combinándose en este último caso con tratamientos mecánicos complementarios.

Los procedimientos biológicos más habituales en los tratamientos de residuos domésticos son:

- Compostaje.
- Biometanización.

A continuación, se resumen las MTD en el tratamiento biológico de residuos determinadas en la Decisión de Ejecución (UE) 2018/1147 de la Comisión, de 10 de agosto de 2018, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el tratamiento de residuos, de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo:

#### **Comportamiento ambiental global:**

- ✚ Reducir las emisiones de olores y mejorar el comportamiento ambiental global mediante la selección de los residuos de entrada. Proceder a la pre-aceptación, aceptación y clasificación de los residuos garantizando su idoneidad para el tratamiento.

#### **Emisiones a la atmósfera:**

- ✚ Reducir las emisiones canalizadas a la atmósfera de partículas, compuestos orgánicos y compuestos olorosos mediante el uso de las siguientes técnicas o su combinación:
  - Biofiltración.
  - Filtración por filtro de mangas.
  - Oxidación térmica.
  - Depuración húmeda.

Los niveles de las emisiones canalizadas a la atmósfera procedentes del tratamiento biológico de residuos serán:

- En el tratamiento biológico de residuos:  $\text{NH}_3$ : 0,3-20 mg/Nm<sup>3</sup>; Concentración de olor: 200-1.000 ou<sub>E</sub>/Nm<sup>3</sup>.

- En el tratamiento mecánico-biológico de residuos: Partículas: 2-5 mg/Nm<sup>3</sup>; COVT: 5-40 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### **Emisiones al agua y consumo de agua:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para reducir la generación de aguas residuales y el consumo de agua:
  - Separación de corrientes de agua.
  - Recirculación del agua.
  - Minimización de la generación de lixiviados.

En el caso del tratamiento aerobio de residuos, se establecen las siguiente MTDs:

#### **Comportamiento ambiental global:**

- ✚ Reducir las emisiones a la atmósfera y mejorar el comportamiento ambiental global mediante la monitorización y control de los principales parámetros del proceso y sus principales residuos.

#### **Olores y emisiones difusas a la atmósfera:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para reducir las emisiones difusas a la atmósfera de partículas, olores y bioaerosoles procedentes de las fases de tratamiento al aire libre:
  - Utilización de cubiertas de membrana semipermeable.
  - Adaptación de las operaciones a las condiciones meteorológicas.

En el caso del tratamiento anaerobio de residuos, se establecen las siguiente MTDs:

#### **Emisiones a la atmósfera:**

- ✚ Reducir las emisiones a la atmósfera y mejorar el comportamiento ambiental global mediante:
  - Monitorización y control de los principales parámetros del proceso y de los residuos para garantizar un funcionamiento estable del digestor, reducir las dificultades operativas que den lugar a emisiones de olor y aviso temprano en caso de fallo del sistema que pueda provocar pérdida del confinamiento y explosiones:
    - pH y alcalinidad de la alimentación del digestor.

- Temperatura de funcionamiento del digestor.
- Proporción de carga hidráulica y orgánica de la alimentación del digestor.
- Concentración de ácidos grasos volátiles y amoníaco en el digestor y el digerido.
- Cantidad, composición y presión del biogás.
- Niveles de líquido y espuma en el digestor.

En el caso del tratamiento mecánico-biológico de residuos, se establecen las siguientes MTDs:

#### **Emisiones a la atmósfera:**

- ✚ Aplicación de las siguientes técnicas para reducir las emisiones a la atmósfera:
  - Separación de flujos de gas residual en función del contenido en contaminantes.
  - Recirculación de los gases residuales con bajo contenido en contaminantes.

#### **1.1.1 Compostaje**

El compostaje es un proceso de fermentación aerobia de la materia orgánica. Es un proceso dinámico, biológico y aerobio de estabilización y tratamiento de residuos biodegradables que permite el retorno de la materia orgánica al suelo y su inserción en los ciclos naturales. Requiere de materia orgánica biodegradable, una población microbiana inicial y de unas condiciones controladas, particularmente de aireación y humedad, para alcanzar temperaturas favorecedoras de los microorganismos termófilos. La fase orgánica sólida del material a tratar tiene que permitir una actividad biológica eminentemente aerobia para:

- Servir de soporte físico y de matriz de intercambio de gases.
- Facilitar agua y los nutrientes orgánicos e inorgánicos necesarios.
- Aportar microorganismos endógenos.
- Recoger los residuos metabólicos generados.
- Actuar como aislante térmico.

Los residuos biodegradables que se traten con compostaje pueden proceder de tres fracciones distintas:

- Fracción orgánica recogida selectivamente (FORS).
- Materia orgánica recuperada de la fracción resto (MOR).
- Fracción vegetal (FV).

Aunque dichos flujos son biorresiduos y se les puede aplicar cualquier tipo de tratamiento biológico, al presentar una composición diferente se recomienda su tratamiento de manera diferenciada, sin que se mezclen los flujos de MOR (obtención de bioestabilizado) y FORS (obtención de compost), y realizando los correspondientes pretratamientos y tratamientos de los flujos.

El compostaje permite homogeneizar los materiales, reducir la masa y el volumen, higienizar y favorecer el transporte, almacenamiento y aplicación.

El proceso de compostar es transformar la materia orgánica en presencia de oxígeno de una manera respetuosa con el entorno, para obtener una enmienda de calidad, el compost, al que se le debe dar un destino adecuado, ya que puede proveer a los suelos de una buena fuente de materia orgánica transformable en humus.

El proceso de compostaje se desarrolla en dos **fases**: descomposición (o fermentación) y maduración, que deben diferenciarse claramente y tenerse en cuenta en el diseño de una planta por sencilla que sea, estableciendo, para cada fase, dinámicas de control adecuadas.

- **Pretratamiento**: dependiendo de las características de los materiales tratados, será necesario adecuar estos a la transformación biológica. Las características de la mezcla inicial tienen mucha importancia en el posterior desarrollo del proceso y todos los esfuerzos que se dediquen en su preparación repercutirán en la dinámica del proceso, en la ocupación posterior de espacio y en las características del material final.

En el caso del pretratamiento de FORS o MOR, se suelen incluir sistemas de separación para eliminar al máximo los materiales no deseables (impropios) que puedan contener. Además, es necesario mezclar esta fracción con otro tipo de sustancias que incrementen la porosidad, equilibren el contenido aire/agua y adecuar la proporción de biopolímeros y la relación C/N. Por este motivo se suele mezclar la FORS con restos vegetales, en una proporción de volumen de estos de entre un 25 y 60%.

En el caso de los restos vegetales, se suelen triturar para disminuir y homogeneizar su tamaño.

- **Descomposición:** en esta primera fase predomina la actividad biológica, desaparecen las moléculas más fácilmente degradables liberando energía, agua, dióxido de carbono y amoníaco. Biopolímeros como la celulosa y la lignina quedan parcialmente alterados y pasan a ser, en la posterior fase de maduración, las estructuras básicas de las macromoléculas que incluirán parte del nitrógeno contenido en los materiales iniciales, dando lugar a materia orgánica parecida a las sustancias húmicas del suelo.
- **Maduración:** La duración de la fase de maduración y las condiciones en las que deba llevarse a cabo dependerán de los materiales tratados, del destino final de la enmienda y de cómo se haya desarrollado la etapa anterior. Requiere de pocas semanas a varios meses, en ella se genera mucha menos energía y el pH se mantiene ligeramente alcalino. En esta fase los microorganismos mesófilos, al igual que diversos tipos de microfauna, colonizan el material. Se genera una intensa competición por los nutrientes que, junto con la formación de antibióticos y la aparición de antagonismos, facilita la higienización. Finalmente, se obtiene una enmienda (compost) con distinta estabilidad según la duración de esta fase.
- **Afino:** dependiendo de las características de los materiales tratados, será necesario ajustar la enmienda en función del uso que se le quiera dar. El afino elimina impurezas que puedan quedar en el compost y la fracción gruesa.

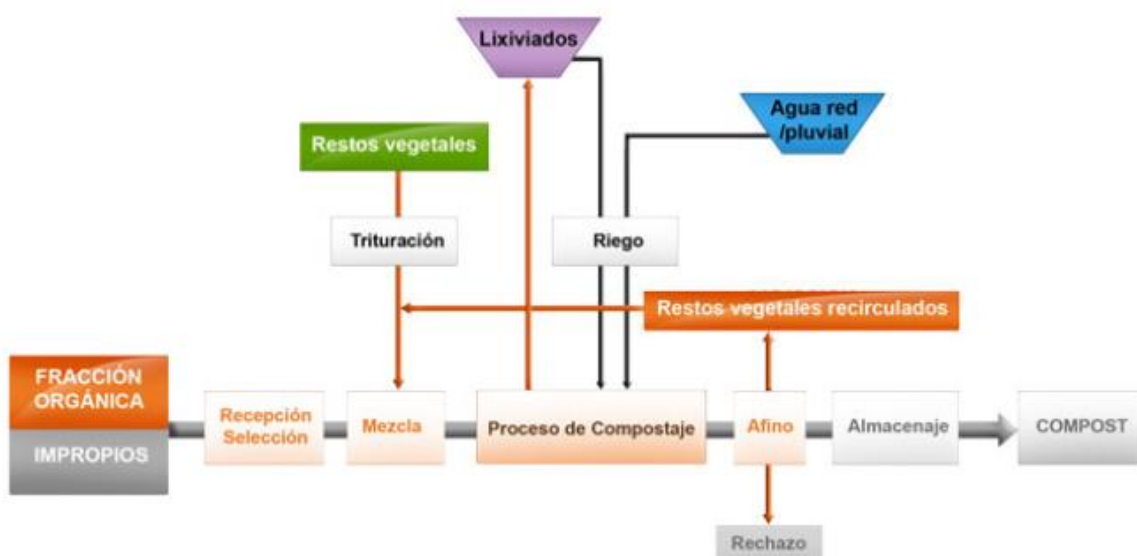


Ilustración 6. Proceso de compostaje

[Fuente: Huerta & al, 2010. Guía para la recogida separada y gestión de la fracción orgánica]

Los principales objetivos del compostaje de la fracción orgánica de los residuos son:

1. Higienización de la materia orgánica, gracias a la destrucción de los microorganismos patógenos y la inhibición de la capacidad germinativa de las semillas presentes en los residuos.
2. Reducción de olores en el producto final gracias a la estabilización de la materia orgánica.
3. Reducción del volumen, debido principalmente a la pérdida de agua y de materia seca, especialmente en forma de CO<sub>2</sub>.
4. Estabilización y homogeneización del producto resultante, permitiendo su uso agrícola o en jardinería.

Para llevar a cabo correctamente el compostaje, deben conocerse y respetarse sus fundamentos que, aunque aparentemente sencillos, presentan exigencias que deben cumplirse a través del control de varios factores, según las condiciones particulares de cada instalación.

#### 1.1.1.1 Factores que intervienen en el compostaje

Los factores que intervienen en el proceso de compostaje, como en cualquier otro proceso biológico, son muchos y complejos. Además, estos procesos se ven influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas.

✚ **Temperatura:** es uno de los principales indicadores del desarrollo del proceso de compostaje y de la actividad biológica que se está llevando a cabo durante el mismo. Pequeñas variaciones en la temperatura afectan de manera determinante a la actividad microbiana.

Se distinguen tres fases en el proceso de compostaje en función de la temperatura: fase mesofílica inicial: con una temperatura inferior a 45°C, al final de esta fase se producen los ácidos orgánicos. Fase termofílica: con una temperatura superior a los 45°C. Y por último, la fase mesofílica final, en que la temperatura vuelve a ser inferior a 45°C. Dependiendo de la temperatura actuarán unos microorganismos u otros en el proceso de descomposición de la materia orgánica.

✚ **Humedad:** la humedad óptima para el crecimiento microbiano es del 50-70%. Por debajo del 30% de humedad la actividad biológica decrece mucho y por encima del

70% el agua desplaza al aire de los espacios libres entre las partículas, generando condiciones anaerobias.

- ✚ **pH:** al igual que la temperatura, el pH varía durante el proceso de compostaje. Se recomienda que el proceso se desarrolle en un intervalo de pH entre 6,5 y 8,5.

En la fase mesofílica inicial el pH desciende a valores entre 5 y 8, permitiendo la liberación de los ácidos orgánicos. Durante la segunda fase se produce una alcalinización del medio debido a la descomposición de los ácidos orgánicos y generación de amoníaco por la descomposición de las proteínas (pH 6-7,5). La última fase tiende a la neutralidad (pH 7-8) debido a la formación de compuestos húmicos con propiedades tampón que estabilizan el producto final.

- ✚ **Aireación:** es imprescindible una adecuada aireación para asegurar el desarrollo de los microorganismos aerobios. Los niveles óptimos de oxígeno se sitúan entre 5-15%.

Tan perjudicial es una mala aireación, que provocaría posibles problemas anaerobios, como el exceso de ventilación, que puede ocasionar el descenso de temperatura de la masa y la desecación del material, reduciendo la actividad microbiana.

- ✚ **Tamaño de partícula:** La estructura física y el tamaño de los residuos que componen la masa a compostar influyen directamente en la optimización del proceso, afectando a la aireación, la temperatura y la duración de este.

Conviene evitar condiciones extremas en el grado de división de los materiales a compostar, un material muy fino podría compactarse y no permitir el intercambio gaseoso, mientras materiales de gran tamaño no facilitan que actúen sobre ellos los microorganismos. Se recomienda reducir los residuos de gran tamaño mediante trituradoras y mezclarlos con materiales auxiliares que sirvan de estructurante y así conseguir un producto lo más homogéneo posible.

- ✚ **Relación C/N:** Una relación adecuada entre estos dos nutrientes favorece un buen crecimiento y reproducción de los microorganismos. El rango óptimo se suele considerar entre 20 y 25. La relación C/N es un indicador de la velocidad de descomposición y permite una determinación del tiempo de compostaje, siempre y cuando las condiciones de humedad, aireación y temperatura sean las óptimas.

#### 1.1.1.2 Tipos de compostaje

Existen diferentes sistemas o tecnologías de compostaje, que se diferencian por el sistema de aireación, la mezcla o el volteo del material, el control de la temperatura y la duración del proceso.

El tipo de instalación a seleccionar para el tratamiento biológico de los residuos depende de las características y cantidades del material a tratar (teniendo en cuenta la densidad poblacional y la definición del área de influencia de la planta, los objetivos de recogida selectiva y el sistema de recogida aplicado), de la disponibilidad de espacio de instalación, de la capacidad económica y de los posibles usos/destinos del material final (compost). Siempre que sea posible, y la cantidad de material a tratar lo permita, es aconsejable escoger diseños sencillos para disminuir costes de instalación, de mantenimiento y facilitar su control. Se ha demostrado en multitud de ocasiones que el buen funcionamiento de una planta de compostaje depende más del interés y formación del equipo que la controla, que de la sofisticación de la tecnología implantada.

El objetivo de todos estos sistemas es conseguir un material húmico estable y alcanzar las condiciones consideradas necesarias para eliminar los microorganismos patógenos, hongos, esporas, semillas y otros organismos indeseables en el producto final. De esta manera se obtiene un material estabilizado y con unas características que permiten su aplicación y comercialización cumpliendo la normativa de fertilizantes, el Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.

Para el pretratamiento, los equipos de separación, mezcla y afinado pueden ser más o menos sofisticados según las características de las cantidades a tratar.

La fase de descomposición puede realizarse en sistemas cerrados y forzados (túneles) o abiertos (trincheras, pilas). Las pilas y trincheras acostumbran a instalarse en espacios cubiertos y pueden ser volteadas simplemente con maquinaria más o menos sofisticada, o combinar volteo y aireación forzada.

La fase de maduración se realiza mayoritariamente en pilas o mesetas con volteo o aireación forzada.

##### 1.1.1.2.1 Pilas volteadas

El compostaje en pilas volteadas consiste en la colocación de los materiales en largos montones estrechos o pilas (en el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso), con espacio suficiente entre las pilas para permitir el volteo o agitación de manera regular.

Este sistema permite que el control visual sea más fácil, sin embargo, existe una limitación en la altura de las pilas. Para permitir mantener la temperatura necesaria y que el oxígeno llegue al centro de la masa a compostar se recomienda una altura de entre 1 y 3 metros, con un ancho de 4-5 metros aproximadamente. La operación de volteo se suele realizar con pala o volteadora, y permite mezclar los materiales y mejorar la aireación.



Ilustración 7. Sistema de pilas con máquina volteadora [Fuente: Imágenes archivo GRUPOTEC]

Es el sistema más generalizado puesto que es un método económico y fiable pero es un proceso lento y discontinuo. La principal desventaja es mantener un nivel de oxígeno constante. La frecuencia de los volteos depende del tipo de material, la humedad y el tiempo disponible para realizar el proceso.

#### 1.1.1.2.2 Pilas estáticas con aireación pasiva

Este sistema consiste en suministrar aire a los materiales compostados a través de tuberías perforadas en la base de las pilas eliminando así la necesidad de voltear el material. El aire se introduce por los extremos de las tuberías y traspasa hacia la parte superior de las pilas debido principalmente a un efecto de convección natural: los gases calientes que emanan de la masa de compostaje crean un vacío que favorece la entrada del aire fresco del sistema de ventilación.



Ilustración 8. Pilas estáticas con aireación pasiva [Fuente: Imágenes archivo GRUPOTEC]

#### 1.1.1.2.3 Pilas estáticas con aireación forzada

Este método consiste en utilizar pilas con un sistema de aireación mecanizado basado en la succión o insuflado de aire (mediante ventiladores y conductos asociados), así como las variantes que incluyen los dos tipos. Estos sistemas permiten tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15-20%) para favorecer la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que desarrollan el proceso, además de permitir un mayor tamaño de las pilas y evitar la necesidad de volteo una vez que la pila está formada.

#### 1.1.1.2.4 Sistemas combinados

La combinación de la aireación forzada y el volteo mejora las condiciones y acelera el proceso de compostaje en comparación con los sistemas que solamente se voltean o airean con ventiladores. La elección de este sistema depende del tipo de residuo a compostar y sus características.

#### 1.1.1.2.5 Túneles cerrados

El material es introducido en túneles con aireación forzada y control automático de los parámetros del proceso de compostaje. Este proceso permite reducir los tiempos y requiere de menores espacios, ya que no hay limitación en altura.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---



Ilustración 9. Túneles de compostaje. [Fuente: Mercadock]

#### 1.1.1.2.6 *Trincheras volteadas*

El material se dispone en trincheras entre muros pero, a diferencia con los túneles, estas pueden ser volteadas con equipos automáticos diseñados y ajustados a la trinchera.



Ilustración 10. Trinchera con equipo volteador [Fuente: Eggersmann]

#### 1.1.1.2.7 *Reactor vertical*

Los reactores de flujo vertical suelen tener alturas superiores a los 4 m y pueden ser continuos o discontinuos.

Los **reactores discontinuos** contienen pilas de 2-3 m a diferentes alturas, con un sistema de aireación forzada o volteo hacia pisos inferiores. Su principal inconveniente es el elevado coste de construcción con relación a las pilas estáticas, pero presenta una baja relación coste por unidad de volumen de trabajo. Los residuos a compostar se colocan en el piso más alto y mediante dispositivos mecánicos se voltean a la vez que van descendiendo al piso inferior.

En los **reactores continuos** el material a compostar se encuentra en forma de masa única. Los silos, o reactores verticales continuos tienen unos 4-10 metros de altura y un volumen de 1.000 a 3.000 m<sup>3</sup>. Es un cilindro cerrado, aislado térmicamente y con sistema de aireación en su parte inferior. En la parte superior se carga el material para compostar y se extrae el material ya compostado por la parte inferior. El tiempo de residencia depende del material introducido, pero suele ser de 14 días.

El **reactor circular** es una variante del reactor vertical en el que la masa se voltea mediante un brazo giratorio. El sistema de aireación se realiza por la parte inferior y el material compostado sale por el centro de la base. Suelen tener un diámetro de entre 6 y 36 metros y una altura de 2 a 3 metros.

#### 1.1.1.2.8 Reactor de eje horizontal

El proceso se realiza en reactor cerrado con volteo automatizado. Los factores se controlan permanentemente mediante un sistema informático que acciona la impulsión de aire a través de la masa de residuo.

El sistema se completa con el volteo y riego periódico de la masa de residuo mediante un puente grúa dotado de carro con tornillo sinfín que va desplazando longitudinalmente el producto. La carga y descarga del reactor también está automatizada.



Ilustración 11. Compostaje en reactor con eje horizontal [Fuente: Sorain Cecchini]

Otro tipo son los **tambores rotativos**, que permiten el mezclado y aireación del material a lo largo del sistema. El aire se introduce por el extremo del reactor por el cual se descarga el material estabilizado. Sus dimensiones oscilan entre 30-45 metros de longitud y 2-4 metros de altura.



Ilustración 12. Tambor rotativo de compostaje [Fuente: Compost Turner]

#### 1.1.1.3 El compost

El material obtenido tras el compostaje es un producto inocuo, sin sustancias fitotóxicas, estabilizado y rico en nutrientes. La calidad del compost depende del tipo de material a compostar, la procedencia y el sistema de pretratamiento que se realice, así como el proceso de compostaje (tecnología, duración, etc.).

La ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, en su artículo 3 define el compost como:

*Enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material bioestabilizado.*

De esta forma, el producto resultante del compostaje de la fracción orgánica recogida selectivamente (FORS) se considera compost, sin embargo, el producto compostado de la materia orgánica obtenida de la fracción resto de los residuos domésticos (MOR) pasaría a ser considerado material bioestabilizado.

#### 1.1.1.4 Valoración técnica

El compostaje es una tecnología muy probada en el tratamiento de residuos urbanos.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

COMPOSTAJE	
Jerarquía de residuos	Valorización material
Rendimiento de subproducto	Compost 40-60%
Aplicaciones subproductos	Enmienda orgánica
Rechazo a vertedero	20-40%
Consumo de energía eléctrica	4-27 kWh/tonelada de RU procesado
Producción de energía eléctrica	-
CO <sub>2</sub> generado	Emisiones mínimas
Emisiones	COV y microorganismos
Vertidos al agua	Lixiviados
Afección al suelo	Necesidad de impermeabilizar el suelo
Efectividad y eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Operación sencilla</li> <li>▪ Elevados porcentajes de eliminación de materia orgánica volátil</li> <li>▪ Elevado porcentaje de rechazos</li> <li>▪ Necesita de otras tecnologías e infraestructuras para la eliminación final de los rechazos</li> <li>▪ Problemas asociados a la demanda del producto</li> </ul>
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obtención de compost aprovechable en agricultura, revegetación u otros usos como la mejora de la estructura del suelo</li> <li>▪ Posibilidad de generación de malos olores</li> <li>▪ Posibilidad de emisión de bioaerosoles: bacterias, actinomicetos, endotoxinas, micotoxinas, glucanos</li> </ul>
Capacidad de las plantas	15.000 - 200.000 t/año
Inversión inicial	Media - elevada*
Inversión por tonelada de capacidad instalada	151 €/t
Coste de tratamiento	25 - 45 €/t
Madurez de la tecnología	Tecnología muy probada
Riesgo tecnológico	Bajo
* Dependerá de los diferentes equipos y tecnologías que se apliquen	

Tabla 1. Valoración técnica del compostaje

Se caracteriza por procedimientos sencillos con unos costes de inversión y operación moderados, y que produce un elevado porcentaje de eliminación de materia orgánica volátil.

Si se trata la fracción resto, es necesario un pretratamiento para separar la materia orgánica del resto de materiales no compostables, los cuales deben ser tratados posteriormente con otras tecnologías o procedimientos o bien eliminados en vertedero.

En el caso de la recogida selectiva de la fracción orgánica el rechazo producido sería mucho menor, aunque la recogida selectiva supondría un incremento en el coste de gestión a priori.

El producto que se obtiene, el compost, es aprovechable en agricultura. Pueden existir problemas de demanda del producto. Por ello, es muy importante producir un compost de calidad que permita su comercialización de manera exitosa.

En cuanto a emisiones y olores, el proceso de compostaje puede producir malos olores y la emisión de bioaerosoles, principalmente microorganismos.

### **1.1.2 Biometanización**

La digestión anaerobia es un proceso biológico que, en ausencia de oxígeno y a lo largo de varias etapas en las que intervienen una población heterogénea de microorganismos, permite transformar la fracción más degradable de la materia orgánica en biogás.

El biogás es una mezcla de gases, principalmente metano y dióxido de carbono, mezclados en menor proporción con otros gases (vapor de agua, CO, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, etc.) y se considera una fuente de energía secundaria, ya que es un gas combustible de elevada capacidad calorífica (5.750 kcal/m<sup>3</sup>), lo que le confiere características combustibles ideales para su aprovechamiento energético en motores de cogeneración, calderas y turbinas, pudiendo generar electricidad o calor o ser utilizado como biocarburante.

La biometanización es un proceso de digestión anaerobia, cuyo objetivo es transformar la fracción orgánica recuperada en las plantas de tratamiento mecánico biológico (material biodegradable) en dos productos: por un lado, el biogás compuesto por metano y dióxido de carbono y por otro lado el digesto, que es la materia orgánica resultante con destino a procesos biológicos de los que se obtendrá material bioestabilizado. Esta tecnología utiliza reactores (digestores) cerrados donde se controlan los parámetros para favorecer el proceso de fermentación anaeróbica.

El proceso de biometanización consiste en primer lugar en un pretratamiento para la recuperación del material seco que pudiese aparecer mezclado con el residuo biodegradable. A continuación, en el digestor se lleva a cabo el proceso biológico, la hidrólisis en el que se realiza la fermentación anaerobia y se obtiene el biogás combustible.

Por último, se debe estabilizar la materia orgánica digerida para obtener un material bioestabilizado que podrá ser valorizado posteriormente. El proceso genera lixiviados que deben ser tratados posteriormente.

La actividad metabólica que se produce durante la biometanización puede ser resumida en cuatro fases:

- ✚ **Etapa de hidrólisis:** las enzimas extracelulares transforman las moléculas orgánicas complejas y se rompen en compuestos susceptibles de utilizarse como fuente de materia y energía para los microorganismos.
- ✚ **Etapa acidogénica:** en esta etapa las bacterias actúan sobre el material de la primera etapa para dar lugar a compuestos con un peso molecular intermedio, como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, metilamina, ácidos y alcoholes alifáticos.
- ✚ **Etapa acetogénica:** los ácidos y alcoholes de la acidogénesis se transforman por acción de las bacterias en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.
- ✚ **Etapa metanogénica:** por último, el ácido acético y el ácido fórmico se transforman por acción de las bacterias en dióxido de carbono y este junto con el hidrógeno da lugar a metano.

Mediante la biometanización se puede tratar la fracción orgánica de los residuos urbanos, las aguas residuales urbanas, los residuos agropecuarios, y los residuos, tanto de la industria alimentaria, como de la no alimentaria si son biodegradables.

### 1.1.3 Factores que intervienen en la biometanización

La digestión anaerobia requiere del control de diversos factores ambientales y operacionales que condicionan el desarrollo de las diferentes poblaciones microbianas que actúan durante el proceso.

- ✚ **Temperatura:** la digestión anaerobia puede desarrollarse en un amplio rango de temperatura, entre 10 y 70°C. La temperatura tiene una gran incidencia sobre las velocidades de degradación y los rendimientos del proceso. Se han identificado dos rangos de máxima actividad, a 30-40°C y a 45-60°C, dominando distintos tipos de bacterias en cada uno de ellos.
- ✚ **pH y alcalinidad:** el rango óptimo de pH es de 6,7-7,6. La acidez del medio repercute directamente sobre la producción de biogás debido a su efecto sobre la actividad

enzimática. Si el pH se sale del rango 6-8,3 suele haber graves problemas en el proceso.

- ✚ **Contenido de nutrientes:** aunque se requieren pequeñas cantidades de nutrientes para el tratamiento anaeróbico, es fundamental contar con una proporción de C/N de 15-30/1 y de C/P de 75-113/1. Además, es necesaria la presencia de sulfuro, cobalto, níquel, molibdeno, selenio, riboflavina y vitamina B12.
- ✚ **Sustancias tóxicas e inhibidores:** el oxígeno es la principal sustancia tóxica que puede interferir en la digestión anaerobia. Además, el  $\text{NH}_3$  libre, ácidos grasos y  $\text{H}_2\text{S}$ , así como disolventes, pesticidas o detergentes pueden ser tóxicos para el proceso.
- ✚ **Tiempo de retención hidráulico:** es el tiempo de permanencia en el reactor y se calcula con el cociente entre el volumen del digestor y el caudal de alimentación. El tiempo mínimo además viene determinado por la velocidad de crecimiento de los microorganismos. Cuanto mayor sea el tiempo de retención mayor será la producción de biogás y mayor la eliminación de materia orgánica. Pasado el periodo óptimo de retención la producción disminuirá.
- ✚ **Nivel de carga orgánica:** Es la cantidad de materia orgánica introducida diariamente en el digestor, expresada normalmente en sólidos volátiles, por unidad de volumen y tiempo. Depende de la composición del substrato y del tiempo de retención.

#### 1.1.3.1 Sistemas de biometanización

Las tecnologías de biometanización se clasifican en dos grandes grupos atendiendo al contenido de humedad de la materia a digerir: digestión anaerobia vía húmeda (se añade agua al material antes de la digestión) y digestión anaerobia vía seca (se utiliza la acción mecánica o la recirculación del biogás para mover el residuo dentro del digestor). En el primer caso, el contenido en materia seca del residuo está por debajo del 20%, generalmente entre el 3-15% y, en el segundo, el contenido está entre el 20% y el 40%. Ambas tecnologías, disponen de referencias para el tratamiento de la materia orgánica, tanto si se trata de la fracción orgánica recogida selectivamente como si es materia orgánica recuperada de la fracción resto.

##### 1.1.3.1.1 Sistema en una etapa

La mayoría de las plantas de digestión anaerobia en funcionamiento en Europa son de una etapa. La digestión húmeda en una etapa con mezcla completa es una tecnología muy extendida y bien conocida debido a su aplicación en las plantas de tratamiento de aguas residuales. El principal factor limitante que condiciona el rendimiento biológico de los reactores en los sistemas húmedos con mezcla completa es la acumulación de sustancias inhibitoras como los ácidos grasos y el amoníaco. Este factor puede controlarse añadiendo agua al proceso para reducir las concentraciones de inhibidores, lo cual no es posible en los sistemas secos.

Los sistemas secos requieren mayor inversión en equipos robustos que sean capaces de mover el residuo a tratar. Sin embargo, las necesidades de pretratamiento son menores, siendo necesaria sólo la eliminación de impurezas gruesas con cribas de tambor o desmenuzadoras.

Los sistemas secos en una etapa, contrariamente a los húmedos, son de flujo sin mezcla. El uso de este flujo tiene la ventaja de no necesitar la instalación de dispositivos mecánicos dentro del reactor. Sin embargo, no soluciona la necesidad de mezclar el material de entrada con la masa que está siendo digerida, lo cual es crucial para garantizar la inoculación y para prevenir sobrecargas locales y la acidificación.

Existen al menos tres diseños eficaces para la mezcla de los residuos sólidos a escala industrial: Dranco, Kompogas y Valorga.

#### *1.1.3.1.2 Sistema en dos etapas*

Los sistemas en dos etapas se fundamentan en que las reacciones bioquímicas que conducen a la conversión del biorresiduo en biogás no comparten necesariamente las mismas condiciones ambientales óptimas. Las reacciones se optimizan en distintos reactores para mejorar el proceso en conjunto y la producción de biogás.

De forma general, la primera etapa acoge las reacciones de hidrólisis y acidogénesis, mientras en la segunda transcurre la metanogénesis, donde el factor limitante es la baja tasa de crecimiento microbiano. La complejidad técnica de los sistemas de dos etapas es mayor que la de una etapa, sin embargo, ofrecen una mayor seguridad frente a los residuos que causan inestabilidades en los sistemas de una etapa.

#### *1.1.3.1.3 Sistemas discontinuos*

En los sistemas discontinuos o por lotes, los digestores se cargan una vez con el residuo fresco y se le hace pasar por las fases de degradación secuencialmente en un régimen seco. A pesar de su similitud con la extracción de gas de vertederos, los sistemas por lotes tienen producciones 50 a 100 veces mayores que aquellos debido básicamente a dos características:

- El lixiviado se recircula continuamente, lo cual permite la dispersión de humedad, inóculo, nutrientes y ácidos. Esta recirculación equivale a una mezcla parcial.
- El proceso transcurre a temperaturas más altas que las de los vertederos.

Actualmente no hay muchos sistemas discontinuos implantados en el tratamiento de residuos. Sin embargo, sus características en cuanto a sencillez en el diseño y en el control del proceso, su robustez en el proceso y sus bajos costes de inversión hacen que se deban valorar como opción. Hay dos diseños básicos que difieren en los lugares donde transcurren la acidogénesis y la metanogénesis:

- **Sistema discontinuo de una etapa:** el lixiviado es recirculado hacia la parte superior del mismo reactor donde se ha producido. Un inconveniente que se presenta frecuentemente en éste y otros sistemas por lotes es el taponamiento del suelo perforado, que provoca la interrupción del proceso de percolación, pero que se soluciona limitando el espesor de la capa de biorresiduos a 4 metros para reducir la compactación y mejorar la mezcla entre el material de entrada con el material digerido.
- **Sistema discontinuo secuencial (SEBAC):** se intercambian los lixiviados entre dos reactores en distintas etapas del proceso. El lixiviado de un reactor recién cargado se recircula hacia un reactor más “maduro”, donde tiene lugar la metanogénesis, mientras que el lixiviado del reactor “maduro”, libre de ácidos y con propiedades de tampón, se bombea hacia el reactor inicial. De esta manera, se asegura la inoculación entre los reactores y no es necesario mezclar el sustrato con material digerido.

En sistemas discontinuos hay riesgo de explosión durante la apertura y vaciado de los reactores, por lo que requieren fuertes medidas de seguridad.

#### 1.1.3.2 Productos obtenidos de la biometanización

**El biogás:** es el principal producto obtenido en el proceso. Está compuesto por un 60% de metano (CH<sub>4</sub>), un 38% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aproximadamente y trazas de otros gases. La composición o riqueza del biogás depende del sustrato digerido y del funcionamiento del

proceso. En la actualidad, las aplicaciones más comunes del biogás son la combustión directa para la producción de calor y la generación de energía eléctrica ya que puede ser utilizado en una variedad de equipos comerciales: motores de combustión interna, estufas, etc. No obstante, existe un interés creciente por otras alternativas como son su aplicación como combustible de automoción y su integración en la red de gas natural.

**Lodos de digestión:** los lodos son el material sólido pastoso que permanece en el digestor, constituido por la materia orgánica estabilizada y con un elevado contenido de agua. Su uso más común es para acondicionamiento y biorremediación de suelos, Mulch y biofertilizante.

**Efluentes:** los lixiviados que se generan suelen ser ricos en nutrientes y algunas de sus utilidades son para riego de cultivos hidropónicos y para favorecer el crecimiento de plancton en el medio acuático.

#### 1.1.3.3 Valoración técnica

Desde un punto de vista económico, los sistemas de una etapa secos y húmedos son similares. Los sistemas secos necesitan equipos más robustos, pero los pretratamientos son más baratos y los reactores más pequeños. Las necesidades de calefacción de los sistemas secos también son menores, pero esto sólo se traduce en un beneficio económico si se encuentra aplicación al exceso de calor de los motores de gas. Aproximadamente el 30% de la electricidad producida se emplea en la propia planta tanto en los sistemas secos como en los húmedos.

Desde un punto de vista medioambiental, los sistemas secos consumen una décima parte que los húmedos, y sucede lo mismo con la producción de aguas residuales, es mucho menor en los sistemas secos.

Las plantas que utilizan sistemas discontinuos tienen producciones de biogás menores que los sistemas de una fase y alimentación continua. Las causas de esta diferencia son principalmente la formación de canales preferentes en la circulación del lixiviado y el taponamiento del suelo. Desde el punto de vista económico, la inversión en los sistemas discontinuos es baja (cerca de un 40% respecto a los sistemas de alimentación continua). En contrapartida, la limitación en altura necesaria para evitar la compactación hace que se necesiten grandes superficies para las instalaciones (10 veces más por tonelada tratada respecto a los sistemas secos continuos).

De manera general, la biometanización es una tecnología bastante probada en el tratamiento de residuos, aunque con algunos riesgos. Se produce un elevado porcentaje de eliminación de la materia orgánica volátil, pero en el tratamiento de la fracción resto, al igual que ocurre en el compostaje, el porcentaje de rechazo es muy elevado.

Si se trata la fracción resto, es necesario un pretratamiento para separar la materia orgánica del resto de materiales no compostables, los cuales deben ser tratados posteriormente con otras tecnologías o procedimientos o bien eliminarse en vertedero.

En el caso de la recogida selectiva de la fracción orgánica el rechazo producido sería mucho menor, aunque la recogida selectiva puede suponer un incremento en el coste de gestión a priori.

El proceso de biometanización genera dos productos potencialmente valorizables. El bioestabilizado puede utilizarse como enmienda orgánica y el biogás puede utilizarse para generar energía. Además, durante el proceso de biometanización se eliminan los organismos patógenos del residuo.

BIOMETANIZACION	
Jerarquía de residuos	Valorización material y energética
Rendimiento de subproducto	Biogás 10-15 % (Bioestabilizado: 15-20% s/entradas)
Aplicaciones subproductos	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de electricidad y/o calor o biocombustible</li> <li>▪ Bioestabilizado como enmienda orgánica</li> </ul>
Rechazo a vertedero	30% - 70%
Consumo de energía eléctrica	50-55 kWh/tonelada de RU procesado
Producción de energía eléctrica	100-250 kWh/tonelada de RU procesado
CO2 generado	300 (Kg-CO <sub>2</sub> /Tm-RU)
Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gases derivados de la quema del biogás: SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, dioxinas, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub></li> <li>▪ Olores</li> </ul>
Vertidos al agua	El agua residual es contaminante, contiene carbón orgánico, metales pesados, nitrógeno, cloruro y fósforo
Afección al suelo	No significativos

BIOMETANIZACION	
<b>Efectividad y eficiencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se producen elevados porcentajes de eliminación de la materia orgánica volátil.</li> <li>▪ Elevado porcentaje de rechazos</li> <li>▪ Necesita de otras tecnologías e infraestructuras para la eliminación final de los rechazos</li> <li>▪ Problemas asociados a la demanda del producto</li> </ul>
<b>Impactos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se lleva a cabo la destrucción de los organismos patógenos</li> <li>▪ Se obtiene energía en forma de biogás</li> <li>▪ Potencial utilización del bioestabilizado como enmienda orgánica</li> <li>▪ Posibilidad de generación de malos olores</li> <li>▪ Posibilidad de emisión de bioaerosoles</li> </ul>
<b>Capacidad de las plantas</b>	20.000 - 300.000 t/año
<b>Inversión inicial</b>	Elevada
<b>Inversión por tonelada de capacidad instalada</b>	250 - 325 €/t
<b>Coste de tratamiento</b>	30 - 55 €/t
<b>Madurez de la tecnología</b>	Probada, aunque con ciertos riesgos
<b>Riesgo tecnológico</b>	Medio-Alto

Tabla 2. Valoración técnica de la biometanización

#### 1.1.4 TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS A LA BIOMETANIZACIÓN

##### 1.1.4.1 SECADO TÉRMICO

Este procedimiento se recomienda como complemento a la biometanización para estabilizar el digesto obtenido. Con el proceso de secado térmico se consigue una reducción del contenido en materia seca del digesto, lo que permite un ahorro en el transporte y distribución, sin merma alguna de sus componentes básicos, obteniendo un producto granulado, seco, sin malos olores, higienizado y de fácil utilización por los agricultores.



Ilustración 13. Planta de secado térmico [Fuente: Prodesa]

Según el modo de transferencia del calor durante el proceso existen tres métodos de secado térmico:

- **Secado por convección o directo:** se aplica un fluido caliente directamente al digesto. Normalmente se utiliza aire, gases de escape o vapor sobrecalentado. El sistema generalmente es un circuito cerrado puesto que se necesita un gran caudal de fluido caliente. Los ejemplos de secaderos directos son los de tambor rotativo, lecho fluido y los de cinta o banda.
- **Secado por conducción o indirecto:** En los secaderos por conducción no existe contacto físico entre el fluido calefactor (vapor o aceite térmico) y el digesto. El calor se transfiere a través de una superficie metálica. Los ejemplos de secaderos indirectos son los secaderos de disco y de bandejas.
- **Sistemas mixtos:** Algunos secaderos combinan los dos sistemas de transferencia de calor (conducción y convección). Estos secaderos presentan características similares a los secaderos directos, ya que la cantidad de aire que se introduce es la mínima necesaria para evacuar el vapor de agua del interior del secadero. Los ejemplos de secaderos que combinan el secado indirecto y directo son los de capa fina.

#### 1.1.4.2 BIOSECADO

El biosecado es un proceso empleado para reducir el contenido en humedad que presenta el digesto producido en la biometanización. Mediante el uso de un sistema de aspiración de aire forzado se reduce la humedad a menos del 20% y además se consigue la estabilización de la materia orgánica contenida en el residuo y la reducción de su peso. El material obtenido puede ser valorizado como combustible por su alto poder calorífico.

#### 1.1.4.3 BIODRYING

Es el proceso por el cual los residuos biodegradables se calientan rápidamente a través de las etapas iniciales de compostaje para eliminar la humedad de un flujo de residuos y por lo tanto reducir su peso total.

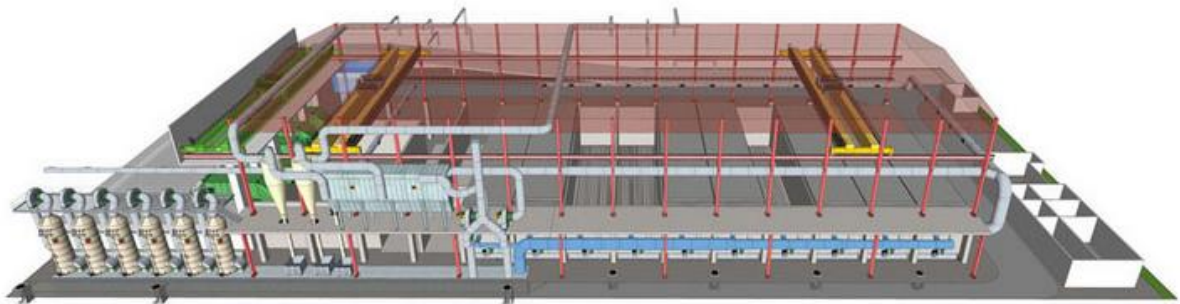


Ilustración 14. Proceso de biodrying de residuos domésticos [Fuente: MVT]

En el proceso las tasas de secado se ven aumentadas por el calor biológico, además de la utilización de aireación forzada. La mayor parte del calor disponible a través de la degradación aeróbica de la materia orgánica se utiliza para disminuir la humedad sin necesidad de utilizar otros combustibles y con un consumo mínimo de electricidad.

Puede tomar tan sólo ocho días para el secado. Esto permite reducir los costos de eliminación, si los vertederos se cargan en una base de costo por tonelada.

El biodrying puede realizarse en 8 días, dependiendo del tipo de material y puede ser utilizado como parte del proceso de producción de combustibles derivados de residuos, sin embargo, no asegura la estabilidad del producto.

## 1.2 TRATAMIENTOS TÉRMICOS - VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

Según las pautas establecidas en el PEMAR, se debe limitar la valorización energética a los rechazos procedentes de instalaciones de tratamiento y a materiales no reciclables e incrementar la valorización energética del material bioestabilizado generado en instalaciones de incineración y coincineración.

A continuación, se incluyen las **MTD específicas para la valorización de materiales a partir de residuos**, incluidas en el documento de referencia (BREF) sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) en el sector del tratamiento de residuos, elaborado por la Oficina Europea de IPPC y su grupo de trabajo técnico (GTT).

**Preparación de residuos que serán utilizados como combustible:** las MTD consisten en:

- ✚ Intentar mantener una estrecha relación con el usuario de combustibles residuales para poder trasladar los conocimientos necesarios sobre la composición de estos.
- ✚ Disponer de un sistema de garantía de calidad para garantizar las características de los combustibles residuales producidos.
- ✚ Fabricar diferentes tipos de combustibles residuales en función del usuario y del tipo de residuo utilizado.

**Preparación de combustibles residuales sólidos a partir de residuos no peligrosos:** las MTD consisten en:

- ✚ Inspeccionar visualmente los residuos entrantes para separar las partes metálicas de las no metálicas con el propósito de proteger la instalación frente a posibles destrucciones mecánicas.
- ✚ Utilizar separadores magnéticos de metales ferrosos y no ferrosos a fin de proteger la instalación y cumplir los requerimientos de los usuarios finales.
- ✚ Aplicar la técnica NIR para la selección de plásticos con el propósito de reducir el cloro orgánico y algunos metales que conforman los plásticos.
- ✚ Utilizar una combinación de sistemas de trituración y granulación adecuada para la preparación del combustible residual del tamaño especificado.

#### 1.2.1 COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS: CDR/CSR

El Combustible Derivado de Residuo (CDR) puede provenir tanto de residuos no peligrosos como peligrosos, sin embargo, el Combustible Sólido Recuperado (CSR) sólo se fabrica con residuos no peligrosos y además debe cumplir las especificaciones técnicas de las normas CEN/TC 343 e ISO/TC 300. Por este motivo, el CSR suele tener mayor calidad que el CDR. En España no existe actualmente una demanda de CSR que se produzca bajo las especificaciones de la CEN/TC 343, sino una demanda emergente de CDR que haya sido elaborado conforme a las necesidades específicas en el destino de consumo (normalmente, plantas cementeras).

La técnica de fabricación más extendida para la obtención de estos combustibles es la que se basa en el aprovechamiento de los rechazos de las plantas de tratamiento mecánico-biológico (preferente los rechazos de la fracción inorgánica).



Ilustración 15. Triturador secundario para fabricación de CDR [Fuente: Grupo SPR]

Los diferentes procesos de fabricación de CSR/CDR a partir de residuos domésticos suelen incluir las siguientes etapas:

- Separación en origen.
- Clasificación o separación mecánica.
- Reducción del tamaño del material a través de la trituración, molienda u otras técnicas similares.
- Separación y cribado.
- Mezcla o blending.
- Biosecado o secado biológico aerobio y afino mecánico.
- Embalaje y almacenamiento.

Con este proceso se obtiene un combustible que estará destinado principalmente, a plantas de incineración con recuperación de la energía o coincineración.

Los dos métodos más utilizados para la producción de CDR/CSR a partir de residuos domésticos o preferentemente de la fracción resto son el tratamiento mecánico/físico y el biosecado con posterior clasificación.

#### 1.2.1.1 Tratamiento mecánico/físico

Este tipo de tratamiento se realiza separando las fracciones húmeda y seca de los residuos. Se separan los materiales más favorables para la producción de combustible (envases, plásticos, papel y cartón, textiles) y se eliminan los metales mediante separadores magnéticos

y de corrientes inductivas. El material seleccionado es triturado y generalmente se le somete a un cribado y afino para su acondicionamiento final.

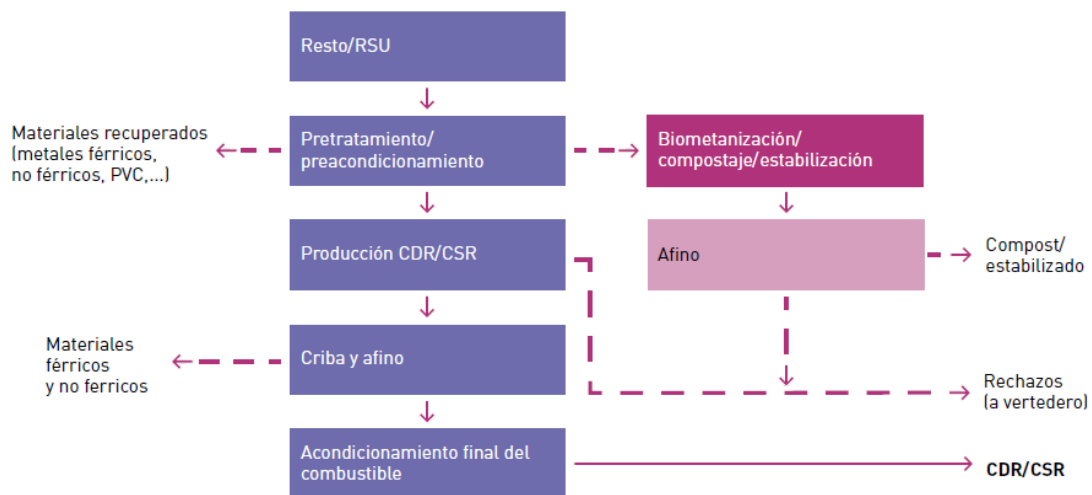


Ilustración 16. Tratamiento mecánico/físico para producción de CDR/CSR [Fuente: IDAE]

#### 1.2.1.2 Biosecado con posterior clasificación

Al inicio del proceso los materiales se reciben y se Trituran para homogeneizar el material y mejorar su fermentación. El biosecado consiste en la evaporación de parte de la humedad contenida en los residuos y en la estabilización de estos. La circulación de una corriente de aire forzada y la degradación aeróbica de los residuos son los principales mecanismos del proceso. Los olores y lixiviados que se producen son tratados convenientemente.

Para finalizar el proceso, se separan los elementos metálicos (férricos y no férricos) y se lleva a cabo el cribado a través de un trómel y se Tritura el material seleccionado para formar el CDR/CSR.

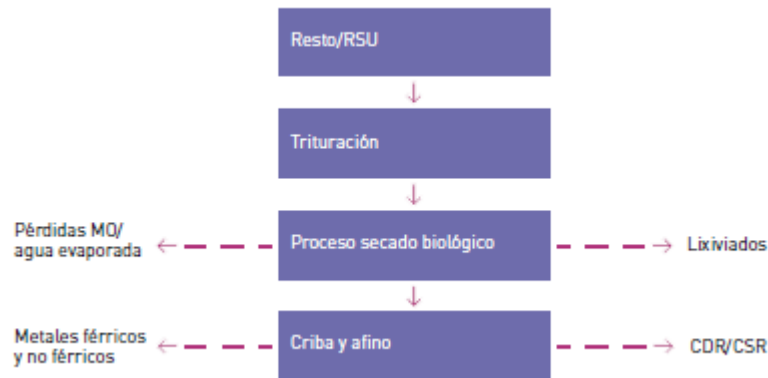


Ilustración 17. Biosecado con posterior clasificación para producción de CDR/CSR [Fuente: IDAE]

Cabe señalar que no todos los tratamientos mecánico-biológicos conducen a la producción de combustibles alternativos de calidad. Para su fabricación es esencial conocer la composición de los residuos, ya que estas alternativas de recuperación de energía necesitan una composición específica:

- Presentar un gran poder calorífico.
- Predominar las fracciones de papel, plástico y textiles entre otras.
- Es necesario un proceso de estabilización para homogeneizar el tamaño de las partículas, eliminar impropios y reducir la humedad.

Actualmente la principal aplicación de este material es en instalaciones con uso intensivo de energía, como son centrales térmicas, hornos industriales y, sobre todo, hornos de plantas cementeras. Otra posible salida, que está en proceso de desarrollo, es la gasificación integrada en ciclo combinado (GICC).

Por otra parte, se puede producir un combustible de mejor calidad, superior habitualmente a la del CDR/CSR, a partir de aquellas fracciones que no se puedan reciclar separadas en origen (por ejemplo, de envases de cartón de bebidas o de envases de PE/PET contaminados con PVC) produciéndose lo que se denomina PDF (Packaging derived fuel) o PEF (Process engineered fuel).

#### 1.2.1.3 Valoración técnica

La producción de combustibles derivados de residuos tiene importantes ventajas, como por ejemplo la reducción de los residuos eliminados en vertedero y la reducción del uso de combustibles fósiles si utilizan este tipo de combustibles.

Desde el punto de vista medioambiental, son una opción para tener en cuenta, ya que permiten la disminución del uso de recursos no renovables y de emisiones de gases de efecto invernadero, puesto que se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> en las instalaciones de combustión y se reduce las emisiones de metano del vertedero al disminuir los residuos depositados en este. Además, su valorización se puede llevar a cabo en instalaciones ya existentes que se pueden aprovechar sin necesidad de construir nuevas infraestructuras.

Sin embargo, aún no existe una demanda estable de este tipo de combustible. Las plantas industriales que quieran utilizar este tipo de combustible deberán declararse gestoras de residuos y realizar una ampliación sustancial de la Autorización Ambiental Integrada a la que estén sometidas en caso de no tener contemplado el uso de CDR/CSR.

El balance económico de una instalación de producción CDR/ CSR en general viene definido por los siguientes conceptos:

- El ingreso que percibe la planta por tratar los residuos.
- La inversión inicial y los costes de operación, mantenimiento y amortización de la construcción o adecuación de la planta para poder producir el combustible.
- El coste del transporte del combustible hasta el consumidor final.
- La retribución que, en principio, cobrará el consumidor por aceptar este combustible.

De este modo, la producción de CDR/CSR será una opción atractiva o viable económicamente cuando el resultado de este balance económico sea más favorable que el precio de las vías de gestión alternativas en el mismo territorio donde se realiza (vertedero).

#### 1.2.1.4 Sistema Converter de fabricación de CDR

La tecnología Converter es un sistema de producción de pelusa CDR, a través de la fricción mecánica del material, mediante un riguroso control de la temperatura y la inyección de gases de escape para realizar la deshidratación y esterilización del producto resultante.

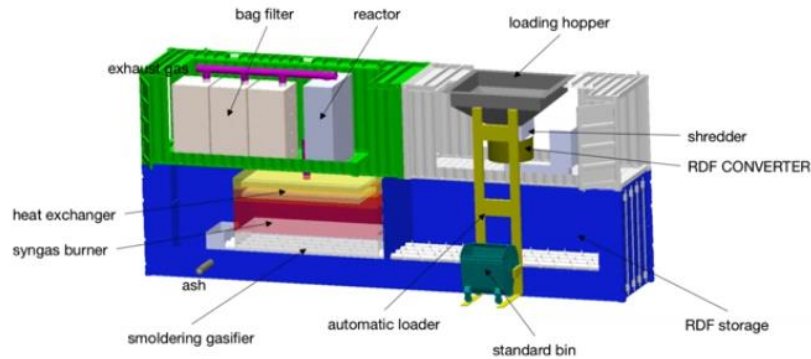


Ilustración 18. Tecnología Converter [Fuente: Conversión de Elementos]

El material final (pelusa CDR) tiene una dimensión de menos de 3 mm, es un material homogéneo y su valor calorífico depende de los residuos que se tratan.

Esta tecnología también incluye un gasificador de lecho fijo cuasi-estático de tipo de tiro ascendente, que permite producir gas de síntesis de combustible a partir de la pelusa CDR. El gas de síntesis se oxida dentro de una cámara de combustión para generar energía eléctrica, a través de la transformación de la energía térmica, en mecánica y finalmente en electricidad.

Con esta tecnología se reduce el volumen de los residuos tratados de la fracción resto en un 80% y una reducción del 50% en peso. La instalación de tratamiento es energéticamente independiente y es capaz de recuperar los metales contenidos en los residuos y la energía contenida en estos. Además, no genera lixiviados. Sin embargo, es una tecnología en desarrollo a nivel industrial.

### 1.2.2 Biocarburantes a partir de la fracción orgánica

El biocarburante es un combustible líquido o gaseoso utilizado para el transporte producido a partir de biomasa. En este grupo se incluyen el bioetanol, biodiesel, bioETB, aceite vegetal y biohidrógeno (Directiva 2009/28/CE, del Parlamento Europeo y de Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables).

Según el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos la fracción biodegradable de los residuos municipales es considerada como biomasa, por lo que se puede considerar su utilización en las siguientes modalidades de valorización energética de residuos.

### 1.2.2.1 Bioetanol

El bioetanol convencional o de primera generación se obtiene a partir de materias primas ricas en azúcar, como el maíz, la caña de azúcar, la remolacha o determinados cereales. El proceso de obtención es mediante fermentación y posterior destilación.

El bioetanol de segunda generación es aquel que se produce a partir de biomasa residual como pueden ser residuos forestales, agrícolas o residuos sólidos urbanos. La producción de bioetanol de segunda generación presenta algunas ventajas con respecto al de primera generación. Los recursos de segunda generación, que son residuos, son abundantes y no compiten con otros mercados. Por otro lado, no conllevan ninguna controversia a diferencia de los cultivos energéticos.

El bioetanol de segunda generación producido a partir de la fracción orgánica de los residuos domésticos parte de biomasa lignocelulósica. Los residuos lignocelulósicos se encuentran en la biomasa vegetal que está compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, además de otras partes minoritarias como ácidos, sales o minerales. La celulosa y hemicelulosa son los componentes mayoritarios (polisacáridos) que pueden someterse a hidrólisis dando lugar a azúcares cuya fermentación resulta en etanol. En la producción de etanol, la lignina es un residuo del cual podrían obtenerse otros compuestos (otros aditivos para gasolina, compuestos químicos, etc.).

La producción de bioetanol consta de las siguientes fases:

- **Pretratamiento de la biomasa:** es necesario tratar la materia lignocelulósica debido a su estructura. El objetivo del pretratamiento es la eliminación de la lignina y el aumento de la porosidad de la biomasa para facilitar el acceso a la celulosa y hemicelulosa. Existen tres tipos de pretratamiento: físico, químico y biológico.
- **Hidrólisis:** El proceso de hidrólisis consiste en hidrolizar los carbohidratos a azúcares simples. Este proceso puede realizarse mediante procesos ácidos o enzimáticos. La hidrólisis ácida se basa en el empleo de catalizadores ácidos y la hidrólisis enzimática está catalizada por un grupo de enzimas llamadas celulasas. Esta es la parte más cara del proceso por el precio de las enzimas específicas.
- **Fermentación:** La fermentación de los azúcares por medio de microorganismos da lugar a etanol. Para obtener etanol de alta pureza es necesario un proceso de destilación y deshidratación.

Si el proceso de hidrólisis y fermentación se lleva a cabo en un único reactor se logra una mayor eficiencia puesto que la presencia de microorganismos fermentadores, junto a enzimas, reducen la acumulación de azúcares aumentando la tasa de hidrólisis y el rendimiento. Este tipo de proceso de producción de etanol se conoce como “en una etapa” donde el proceso SFS (Sacarificación y Fermentación Simultánea) es el que más expectativas ofrece en la actualidad.

La principal desventaja de este tipo de proceso es la elevada complejidad de los materiales lignocelulósicos y su difícil conversión, lo que lleva a elevados costes de producción en comparación no sólo con la gasolina sino con bioetanol de primera generación. El pretratamiento previo y el precio de los catalizadores son las principales causas de la desventaja económica.

#### *1.2.2.1.1 Bioplásticos a partir de rechazos generados en la producción de bioetanol*

Actualmente el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS) trabaja en el proyecto BioREFINE-2G para obtener biopolímeros a partir de los residuos generados por las refinerías de segunda generación en la fabricación de bioetanol. Es por tanto una tecnología de recuperación material de los rechazos.

Las bio-refinerías de segunda generación aprovechan menos de un 20% de la biomasa que utilizan como materia prima para la producción de etanol. El restante 80% de residuos se utilizan para la producción de biogás y energía principalmente. A través de las investigaciones del proyecto BioREFINE-2G se espera lograr un mayor aprovechamiento de estos residuos para la fabricación de productos de mayor valor añadido.

Los bioplásticos obtenidos están destinados a producir biopolímeros para su uso en envases como láminas para termoformado, adhesivos y recubrimientos, reduciendo así la dependencia de los combustibles fósiles.

El proyecto abarca toda la cadena de valor, desde la identificación de la materia prima en la naturaleza y el desarrollo de nuevas fábricas de levadura industrial hasta el desarrollo de métodos de polimerización para la producción de polímeros biodegradables aplicables como plásticos, recubrimientos o adhesivos. Por lo tanto, se trata de un proyecto con un doble objetivo. Por una parte, la rentabilización de los procesos industriales de producción de biocombustibles, y por otra la producción de plásticos sostenibles a partir de los residuos de estos procesos.

#### *1.2.2.2 Ecodiésel o diésel sintético*

Se entiende como biodiésel al biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de aceites vegetales o grasas animales, o de biomasa (vegetal y animal). El biocombustible procedente de los

residuos sólidos urbanos al contener derivados del petróleo se denomina ECODIESEL, al estar dando un segundo uso a este tipo de materia.

### 1.2.3 CARBURANTES A PARTIR DEL PLÁSTICO

Esta tecnología permite convertir todo el residuo plástico en combustible. La tecnología Pi Eco proporciona un método de baja huella de carbono para convertir prácticamente cualquier plástico en destilados de petróleo con bajo contenido de azufre, como gasolina, combustible para aviones y combustible diésel.



Ilustración 19. Simulación de procesador de combustible renovable [Fuente: Ómaran]

El proceso se realiza en ausencia de oxígeno. Sin oxígeno no hay combustión, por lo tanto, no se liberan emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera durante la descomposición del plástico.

El combustible producido por la planta de procesamiento de combustible renovable se considera un diésel renovable. Se puede usar como combustible directo o mezclado con todos los combustibles diésel. Esta tecnología ha sido probada y verificada en laboratorios de EE.UU.

### 1.2.4 **Incineración**

La incineración es un tratamiento que se utiliza para diversos tipos de residuos. La incineración en sí es normalmente sólo una parte del tratamiento de residuos, que permite la gestión de los diferentes residuos que genera la sociedad.

El sector de la incineración ha experimentado un rápido desarrollo tecnológico durante los últimos años. Las legislaciones específicas para el sector y la reducción de las emisiones a la atmósfera de las instalaciones han promovido este desarrollo.



Ilustración 20. Planta incineradora de residuos [Fuente: Kalfrisa]

A continuación, se muestra un resumen de las de las MTDs relativas a la incineración de residuos, extraído del Documento BREF sobre Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos, elaborado por la Comisión Europea a través de la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

#### **MTDs genéricas para todas las incineraciones de residuos:**

- ✚ Selección de un diseño de instalación adecuado a las características de los residuos recibidos.
- ✚ Mantenimiento de la instalación en un estado ordenado y limpio.
- ✚ Mantenimiento del equipo en buen estado de funcionamiento y realización de inspecciones de mantenimiento y mantenimiento preventivo.
- ✚ Establecer y mantener controles de calidad sobre la entrada de residuos, según los tipos de residuos que se reciban en la instalación.
- ✚ Almacenamiento de residuos según una evaluación de riesgos de sus propiedades, como el riesgo de emisiones potencialmente contaminantes.
- ✚ Utilización de técnicas y procedimientos para restringir y gestionar los períodos de almacenamiento de residuos, para reducir el riesgo de emisiones de almacenamiento y otras dificultades que puedan surgir.
- ✚ Minimizar la emisión de olores de las zonas de almacenamiento de residuos a granel (incluidos tanques y búnkeres) y de las zonas de pretratamiento de residuos.

- ✚ Control de olores y otras posibles fugas cuando el incinerador no esté operativo, evitando una sobrecarga del almacenamiento de residuos y/o extrayendo el aire a través de un sistema alternativo de control de olores.
- ✚ Almacenamiento segregado de residuos según una evaluación de riesgos en función de sus características.
- ✚ Etiquetado claro de los residuos almacenados en recipientes para su identificación.
- ✚ Desarrollo de un plan de prevención, detección y control de riesgos de incendio de la instalación, en especial de las zonas de almacenamiento y pretratamiento de residuos, zona de carga del horno, sistemas de control eléctrico y filtros de manga y de lecho estático.
- ✚ Incluir sistemas automáticos de detección de incendios, alarma y uso de un sistema de intervención y control de incendios según la evaluación de riesgos realizada.
- ✚ Mezcla o pretratamiento de residuos heterogéneos en el grado requerido según especificaciones de diseño de la instalación.
- ✚ Separación de metales reciclables férricos y no férricos para su recuperación: después de la incineración o cuando los residuos a incinerar son triturados.
- ✚ Monitorización visual, directa o mediante pantallas o similares, de las zonas de almacenamiento y carga por personal cualificado.
- ✚ Minimización de la entrada incontrolada de aire en la cámara de combustión a través de la carga de residuos u otras vías.
- ✚ Uso de modelos de flujo para mejorar la eficacia de la combustión mediante:
  - La optimización de la geometría del horno y la caldera.
  - La inyección de aire de combustión.
  - La optimización de los puntos de inyección de reactivos si se utiliza RCS o RNCS, minimizando la generación de óxido nítrico, amoníaco y el consumo de reactivo.
- ✚ Adoptar regímenes operativos y aplicar procedimientos para reducir las emisiones globales.

- ✚ Sistema de control de combustión para monitorizar y mantener los criterios de combustión apropiados.
- ✚ Optimización y control de las condiciones de combustión mediante las siguientes técnicas:
  - Control del suministro, distribución y temperatura del aire, incluido el gas y la mezcla oxidante.
  - Control del nivel y distribución de la temperatura de combustión.
  - Control del tiempo de residencia del gas.
- ✚ Utilizar las condiciones operativas especificadas en el artículo 6 de la Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.

*Artículo 6: Condiciones de explotación*

*1. Las instalaciones de incineración se explotarán de modo que se obtenga un grado de incineración tal que el contenido de carbono orgánico total (COT) de las escorias y las cenizas de hogar sea inferior al 3 % o su pérdida al fuego sea inferior al 5 % del peso seco de la materia. Si es preciso, se emplearán técnicas adecuadas de tratamiento previo de residuos.*

*Las instalaciones de incineración se diseñarán, equiparán, construirán y explotarán de modo que la temperatura de los gases derivados del proceso se eleve, tras la última inyección de aire de combustión, de manera controlada y homogénea, e incluso en las condiciones más desfavorables, hasta 850 °C, medidos cerca de la pared interna de la cámara de combustión o en otro punto representativo de ésta autorizado por la autoridad competente, durante dos segundos.*

*Todas las líneas de la instalación de incineración estarán equipadas con al menos un quemador auxiliar que se ponga en marcha automáticamente cuando la temperatura de los gases de combustión, tras la última inyección de aire de combustión, descienda por debajo de 850 °C o 1100 °C, según los casos; asimismo, se utilizará dicho quemador durante las operaciones de puesta en marcha y parada de la instalación a fin de que la temperatura de 850 °C o 1100 °C, según los casos, se mantenga en todo momento durante estas operaciones mientras haya residuos no incinerados en la cámara de combustión.*

*Durante la puesta en marcha y parada, o cuando la temperatura de los gases de combustión descienda por debajo de 850 °C o 1100 °C, según los casos, el quemador auxiliar no podrá alimentarse con combustibles que puedan causar emisiones mayores que las producidas por la quema de gasóleo, definido en el apartado 1 del artículo 1 de la Directiva 75/716/CEE del Consejo, de gas licuado o de gas natural.*

- ✚ Precalentamiento del aire de combustión primario para residuos de bajo poder calorífico, utilizando calor recuperado dentro de la instalación, para una mayor eficacia de combustión.
- ✚ Uso de quemadores auxiliares para arranques y paradas, así como para mantener las temperaturas operativas de combustión requeridas mientras haya residuos sin quemar en la cámara de combustión.
- ✚ Combinación de extracción de calor cerca del horno y aislamiento del horno para permitir una adecuada retención de calor en este y la transferencia adicional de calor para recuperación de energía.
- ✚ Uso de dimensiones del horno que proporcionen una combinación eficaz de tiempo de residencia del gas y temperatura, de modo que las reacciones de combustión puedan acercarse a ser completas y producir emisiones bajas y estables de CO y COV.
- ✚ Si se utiliza gasificación o pirolisis, aplicar las siguientes técnicas para evitar la generación de residuos:
  - Combinar la etapa de gasificación o pirolisis con una etapa de combustión subsiguiente con recuperación de energía y tratamiento de gases de combustión para reducir las emisiones a la atmósfera.
  - Recuperación o suministro para uso de las sustancias que no se combustionan.
- ✚ Utilizar un diseño de caldera que permita reducir la temperatura de los gases para evitar problemas operativos que puedan ser causados por cenizas volantes pegajosas a alta temperatura. La temperatura real por encima de la cual el ensuciamiento es significativo es de unos 600-750°C para los residuos domésticos.

- ✚ Optimización global de la eficiencia energética y de recuperación de energía de la instalación, teniendo en cuenta la viabilidad técnica y económica y la disponibilidad de usuarios para la energía recuperada.
- ✚ Asegurar contratos a largo plazo de suministro de carga básica de calor/vapor a grandes usuarios de calor/vapor para estabilizar la demanda de energía recuperada.
- ✚ Ubicación de las instalaciones nuevas maximizando el aprovechamiento del calor/vapor generado, mediante la combinación de:
  - Generación de electricidad con el suministro de calor/vapor.
  - Suministro de calor/vapor para uso de redes de distribución de calefacción centralizada, usos industriales, o en sistemas de refrigeración/aire acondicionado.
- ✚ Optimización de los parámetros de vapor en los casos en que se genere electricidad, teniendo en cuenta la protección de los materiales de la caldera mediante materiales resistentes adecuados.
- ✚ Selección de una turbina adecuada para el régimen de suministro de electricidad y calor, y una elevada eficiencia eléctrica.
- ✚ Minimización de la presión del condensador en instalaciones donde se prioriza la generación de electricidad.
- ✚ Reducir la demanda global de energía de la instalación, considerando:
  - Técnicas con menor demanda de energía global en función del nivel de eficacia ambiental requerido.
  - Sistemas de tratamiento de gases de combustión cuando sea posible.
  - Utilizar intercambiadores de calor para calentar el gas de combustión de entrada cuando se utilice RCS.
  - Sistemas de intercambio de calor cuando sea necesario el recalentamiento de los gases de combustión.
  - Evitar el uso de combustibles primarios, utilizando energía de producción propia.
- ✚ Selección de sistemas de refrigeración por condensador de vapor adecuados a las condiciones ambientales locales cuando sean necesarios.

- ✚ Combinación de técnicas de limpieza de calderas en línea y fuera de línea para reducir la residencia y acumulación de polvo en estas.
- ✚ Utilización de un sistema global de tratamiento de gases de combustión (TGC) que proporcione niveles de emisión a la atmósfera adecuados.
- ✚ Considerar los siguientes aspectos al seleccionar el sistema global de TGC:
  - Factores generales.
  - Impactos potenciales sobre el consumo de energía de la instalación.
  - Aspectos adicionales de compatibilidad global del sistema que puedan surgir de la reconversión de instalaciones existentes.
- ✚ Considerar los criterios generales de selección para la elección entre sistemas de TGC húmedos, semihúmedos o secos: emisiones a la atmósfera, producción de residuos, consumo de agua, producción de efluentes, consumo de energía y reactivos, capacidad de adaptación a variaciones en la entrada de contaminantes, visibilidad del penacho, complejidad del proceso, costes de inversión y costes operativos.
- ✚ Evitar el uso de dos filtros de manga en una línea de TGC para reducir el consumo eléctrico asociado.
- ✚ Reducción del consumo de reactivo de TGC y producción de residuos en sistemas TGC mediante la combinación de las siguientes técnicas dependiendo de las características de los residuos incinerados:
  - Ajuste y control de la cantidad de reactivos a fin de cumplir los objetivos finales de niveles de emisión operativos.
  - Uso de la señal generada por los monitores de respuesta rápida para la optimización de las dosis de reactivo de TGC.
  - Recirculación de una parte de los residuos de TGC recogidos.
- ✚ Medidas para reducir NO<sub>x</sub> y RCS/RNCS según la eficacia de reducción de los gases de combustión requerida.
- ✚ Reducción de emisiones globales de PDCC/F mediante la aplicación de las siguientes técnicas:
  - Aumentar el conocimiento y control de los residuos a incinerar, en especial de sus características de combustión.

- Técnicas primarias para destruir PCDD/F y posibles precursores de estos en los residuos.
  - Diseño de instalaciones y controles operativos que eviten la reformación o generación de PCDD/F, evitando la eliminación de particulares a 250-400°C.
  - Combinación adecuada de las siguientes técnicas adicionales de eliminación de PCDD/F: adsorción mediante inyección de carbón activado, filtros de lecho fijo, RCS multicapa o uso de filtros de manga catalíticos.
- ✚ Evaluación de la acumulación de PCDD/F cuando se utilicen lavadores húmedos y adoptar medidas adecuadas para gestionar esta acumulación y evitar las emisiones por penetración del lavador.
  - ✚ Adoptar medidas adecuadas para evitar la recirculación y acumulación de Hg si se aplica la recombustión de residuos de TGC.
  - ✚ Control de las emisiones de Hg si se aplican lavadores húmedos como único medio eficaz de control de las emisiones de Hg total mediante el uso de una primera etapa de bajo pH con la adición de reactivos específicos para la eliminación de Hg iónico, la inyección de carbón activado o filtros de carbón activado o de coque.
  - ✚ Uso de carbón activado u otros reactivos de adsorción eficaces para la adsorción de PCDD/F y Hg cuando se apliquen sistemas semihúmedos y húmedos.
  - ✚ Optimización general de la recirculación y reutilización de aguas residuales producidas dentro de la instalación.
  - ✚ Uso de sistemas separados para el desagüe, tratamiento y evacuación del agua de lluvia, incluida el agua de los tejados, de modo que no se mezclen con corrientes de agua contaminadas. Las corrientes de agua podrán requerir tratamiento según el riesgo de contaminación.
  - ✚ Aplicación de las siguientes técnicas cuando se utilice tratamiento húmedo de gases de combustión:
    - Tratamiento fisicoquímico in situ de los efluentes de lavado antes de su evacuación de la instalación.
    - Tratamiento separado de las corrientes de aguas residuales ácidas y alcalinas derivadas de las etapas de lavado.

- Recirculación del efluente del lavador húmedo dentro del sistema de lavado para reducir el consumo de agua de este.
  - Almacenamiento intermedio previsto con capacidad para los efluentes de lavador, para conseguir un proceso de tratamiento más estable.
  - Uso de sulfuros u otros ligantes del Hg para reducir la cantidad de Hg en el efluente final.
  - Desorción de amoníaco para reducir sus niveles en el vertido de efluentes, cuando se utilice RNCS y recirculación del amoníaco recuperado para reducir el NO<sub>x</sub>.
- ✚ Mejora de la combustión de residuos y reducción del valor de TOC en cenizas inferior al 3% en peso, incluyendo las siguientes técnicas:
- Diseño y operatividad del horno, capacidad de incineración de residuos con suficiente agitación y tiempo de residencia de los residuos en el horno a temperaturas suficientemente elevadas, incluyendo las zonas de combustión de cenizas.
  - Diseño de horno para retención de los residuos dentro de la cámara de combustión. Retorno del cribado de la parrilla a la cámara de combustión para mejorar la incineración global.
  - Técnicas de mezcla y pretratamiento de residuos según la tipología de residuos.
  - Optimización y control de las condiciones de combustión, incluyendo el suministro y distribución de aire.
- ✚ Gestión de la ceniza de fondo separada de la ceniza volante y otros residuos de TGC, a fin de evitar contaminación de la ceniza de fondo y mejorar su potencial de recuperación.
- ✚ Aplicación de medidas de reducción de ruido.
- ✚ Evaluación de la composición de la ceniza volante para determinar su recuperabilidad si se utiliza eliminación previa de partículas.
- ✚ Separación de metales férricos y no férricos de la ceniza de fondo para su recuperación, si es practicable y económicamente viable.

- ✚ Tratamiento de las cenizas de fondo mediante la combinación adecuada de las siguientes técnicas:
  - Tratamiento seco con o sin envejecimiento.
  - Tratamiento húmedo con o sin envejecimiento.
  - Tratamiento térmico.
  - Criba y machacado.
- ✚ Tratamiento de los residuos de TGC para cumplir los requisitos de aceptación de la opción de gestión de residuos seleccionada para los mismos.
- ✚ Técnicas de gestión ambiental, como implantar SGA (ver MTDs genéricas) según la naturaleza, escala y complejidad de la instalación, así como de sus impactos medioambientales.

#### **MTDs específicas para incineración de residuos urbanos:**

- ✚ Almacenamiento de todos los residuos en superficies estancas con desagüe controlado, en naves cubiertas y cerradas con paredes, a excepción de los residuos de elementos voluminosos con bajo potencial de contaminación.
- ✚ Preparación de los residuos para su almacenamiento, apilamiento, embalaje, etc. para reducir y controlar riesgos de olores, suciedad, incendio y lixiviación.
- ✚ Pretratamiento de los residuos a incinerar para mejorar su homogeneidad y sus características de combustión mediante su mezcla en el búnker y trituración o machacado de voluminosos.
- ✚ Diseño de parrilla con suficiente refrigeración para permitir la variación del suministro de aire primario para controlar la combustión.
- ✚ Ubicación de nuevas instalaciones atendiendo a su capacidad de cogeneración y aprovechamiento del calor/vapor, de modo que se supere en general un nivel de exportación total de energía de 1,9 MWh/t de RSU, en base a un PCN de 2,9 MWh/t.
- ✚ Si no se cumple la condición anterior, al menos generar una media anual de 0,4-0,65 MWh de electricidad/t RSU de residuos procesados o la misma cantidad de electricidad de los residuos que la demanda media de electricidad de toda la instalación.

- ✚ Reducir la demanda eléctrica media de la instalación hasta menos de 0,15 MWh/t RSU procesado en base a un PCN medio de 2,9 MWh/t RSU.

#### **MTDs específicas para incineración de residuos urbanos pretratados o seleccionados:**

- ✚ Almacenamiento de residuos en tolvas cerradas o en superficies estancas con desagüe controlado en naves cubiertas y cerradas con paredes.
- ✚ Preparación de los residuos para su almacenamiento, apilamiento, embalaje, etc. para reducir y controlar riesgos de olores, suciedad, incendio y lixiviación.
- ✚ Generación de la mayor:
  - Media anual general de al menos 0,6-1,0 MWh de electricidad/t de residuos, en base a un PCN de 4,2 MWh/t.
  - Demanda anual media de electricidad de toda la instalación.
- ✚ Ubicación de instalaciones de modo que:
  - El calor/vapor pueda utilizarse para cogeneración, y de este modo alcanzar un nivel adicional de exportación térmica de 0,5-1,25 MWh/t de residuos en base a un VCN medio de 4,2 MWh/t.
  - Alcanzar un nivel de exportación térmica de 3 MWh/t de residuos en base a un VCN medio de 4,2 MWh/t, cuando no se genere electricidad.
  - Reducir la demanda de energía de la instalación y conseguir una demanda eléctrica media de la instalación de menos de 0,2 MWh/t residuos procesados en base a un VCN medio de 4,2 MWh/t, excluyendo pretratamiento de residuos o tratamiento de los residuos finales.

#### **1.2.4.1 Conceptos básicos sobre la incineración**

La incineración es una tecnología de valorización energética de residuos urbanos; consiste en un proceso de combustión de los residuos urbanos en una atmósfera con exceso de oxígeno. Los elementos combustibles de los residuos (principalmente carbono e hidrógeno) se oxidan de manera completa gracias al exceso de oxígeno. Este proceso es exotérmico y, al igual que en una central térmica, se puede producir electricidad.

El proceso de incineración reduce enormemente el producto sólido, convirtiéndolo en gases, vapor de agua y escorias, cenizas volantes y residuos de la depuración húmeda.

- **Escorias o cenizas de fondo:** representan la parte no quemada de los residuos, principalmente formada por metales y vidrio, y con presencia de materia orgánica no quemada. Si la combustión se realiza correctamente las escorias presentan menos de un 2% de materia orgánica. Las escorias se pueden eliminar en vertedero o utilizar como relleno de construcción.
- **Cenizas volantes:** se captan gracias a los equipos de control de emisiones de partículas. Son difíciles de manipular y solubles en agua, por lo que se recomienda su vertido separado de las escorias. Se consideran un residuo industrial peligroso.
- **Residuos de la depuración húmeda:** constituidos por lodos. Se recomienda deshidratarlos para disminuir su volumen.

Los principales factores de los que depende la incineración son: el poder calorífico de los residuos (PCI), la humedad de los residuos y la proporción de aire en la combustión. En la incineración se obtienen unos rendimientos de aprovechamiento energético del 19-22% sobre el PCI de los residuos (PCI entre 1.800 y 2.500 kcal/kg).

De manera resumida, los principales aspectos del proceso de incineración de residuos son las siguientes:

- Los residuos son depositados en un foso de donde se transfieren a una tolva alimentadora de la cámara de combustión.
- Los residuos son introducidos en la cámara de combustión, debiéndose garantizar un flujo continuo y un completo contacto entre los residuos a incinerar y el aire de combustión. En esta cámara tiene lugar el secado, la ignición y la combustión completa de los residuos. Con el fin de asegurar la destrucción térmica de los residuos, en el horno se alcanzan unos 950°C como mínimo, para evitar combustiones incompletas.
- Las cenizas de fondo (escorias) son pasadas bajo un separador magnético. El material férreo y las escorias separadas se almacenan previo envío a instalaciones de reciclaje o eliminación.
- Los gases de combustión procedentes de la cámara de combustión son enfriados en una caldera de vapor, lo que produce vapor sobrecalentado que pasa a través de una turbina / generador del cual se obtendrá posteriormente electricidad, que se vende a la red de suministro.

- Los gases procedentes de la caldera de vapor pasan a través de un sistema de limpieza de gases en el que se reducen los óxidos de nitrógeno, se neutralizan los componentes ácidos y se eliminan dioxinas, furanos y metales pesados. También se eliminan partículas mediante filtros. Los gases finales deben cumplir la Directiva Europea de incineración de residuos y son descargados a la atmósfera mediante una chimenea.
- Las cenizas volantes procedentes del sistema de tratamiento de gases son residuos peligrosos que, acondicionados, pueden ser vertidos en un depósito de seguridad.

#### 1.2.4.2 Variantes de incineración

Las instalaciones de incineración pueden ser infraestructuras diseñadas específicamente para el tratamiento de residuos, o pueden ser instalaciones diseñadas para otros fines pero que son susceptibles de admitir residuos. La instalación básica en la incineración es el horno, y existen distintos tipos:

- **Hornos de parrilla:** el suelo del horno está formado por una parrilla. Gracias a su movimiento e inclinación el residuo avanza a la vez que se incinera y se airea por medio de unas rejillas.
  - El sistema denominado de parrillas fijas consiste en la disposición de varias secciones separadas cada una de ellas por un escalón transversal; cada sección está constituida por varios haces longitudinales fijos que intercalan haces móviles accionados por cilindros hidráulicos, siendo regulables, tanto la amplitud de los movimientos de avance como su frecuencia.
  - En el sistema de parrillas móviles de rodillos, los rodillos están dispuestos uno a continuación del otro, en sentido transversal al avance de los residuos y cubren todo el fondo de la cámara de combustión. Este sistema asegura que al final de la cámara se ha completado el proceso de incineración, habiéndose realizado la destrucción térmica de los residuos y completado el proceso de inertización del material resultante (escoria).

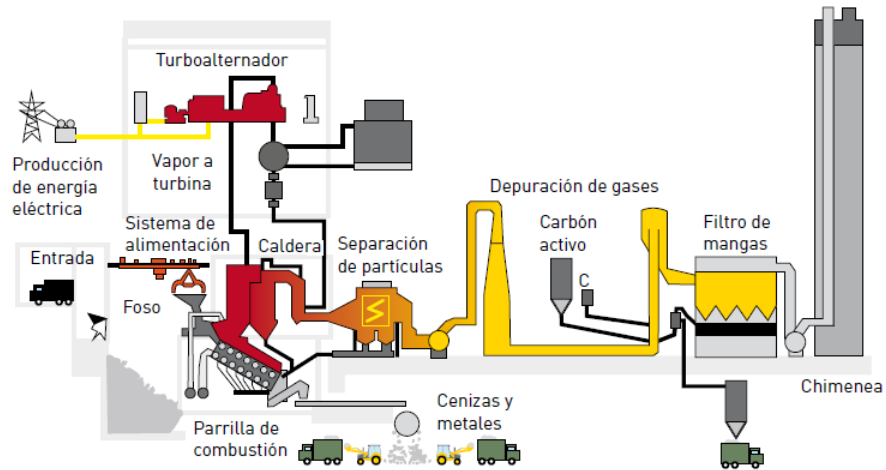


Ilustración 21. Esquema de horno de parrilla [Fuente: IDAE]

Ventajas/inconvenientes del horno de parrilla: La incineración en horno de parrilla es el modelo más extendido y desarrollado por su capacidad de poder tratar una gran variedad de residuos y sin ser necesario un pretratamiento previo de estos. Únicamente se aplica una trituración previa a la alimentación al horno para reducir el tamaño y homogeneizar el material combustible.

En cuanto a sus limitaciones de aplicación, la incineración en horno de parrilla no es idónea para partículas, líquidos o materiales que pueden fundirse en la parrilla.

- **Horno de lecho fluidizado:** ha sido concebido para el tratamiento de materiales con potencial energético alto. El principio de funcionamiento se basa en la gran transferencia de calor que se lleva a cabo desde las partículas del lecho que se mantiene en constante agitación, gracias al caudal de aire de fluidificación. La alimentación se realiza por la parte central del lecho y, en función del tipo de horno (burbujeante y circulante), el arrastre de material será más o menos intenso.

Los sistemas de lecho fluidizado son bastante versátiles y pueden operar sobre una amplia variedad de residuos, incluyendo RSU, fangos y numerosos residuos químicos peligrosos. El material del lecho puede ser arena o caliza.

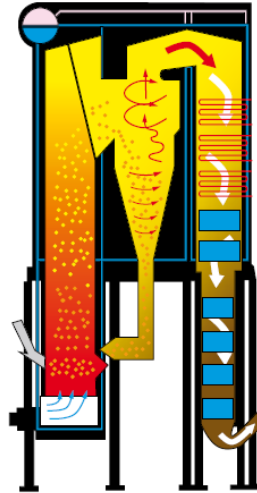


Ilustración 22. Horno con lecho fluidizado. [Fuente: IDAE]

Ventajas/inconvenientes de los hornos con lecho fluidizado: al permitir una buena mezcla y tener una buena distribución de temperaturas y oxígeno este tipo de hornos parecen teóricamente más estables. Sin embargo, es necesario un pretratamiento de los residuos para seleccionar los materiales, reducir su tamaño, y conseguir unas especificaciones de calidad concretas. Esta etapa previa implica un coste adicional importante para el tratamiento de los residuos, lo que restringe la viabilidad económica de una instalación con esta tecnología a gran escala. Además, presenta una mayor producción de cenizas.

- **Horno rotativo:** consta de un cilindro inclinado que gira sobre sí mismo, a través del cual van pasando los residuos. El aire necesario para la combustión se inyecta por el extremo opuesto a los residuos, arrastrando los gases hacia la cámara de combustión. Gracias al volteo que se realiza se consigue un mejor quemado de los residuos.

Ventajas/inconvenientes de los hornos rotativos: Los hornos rotativos pueden tratar casi cualquier residuo, pero es difícil regular su temperatura sin consumir combustible auxiliar, lo que encarece su explotación. Además, son difíciles de escalar para grandes capacidades, ya que requieren grandes diámetros. Por último, requieren importantes costes de mantenimiento o materiales especiales en los casos en que se fusionan las escorias por la temperatura.

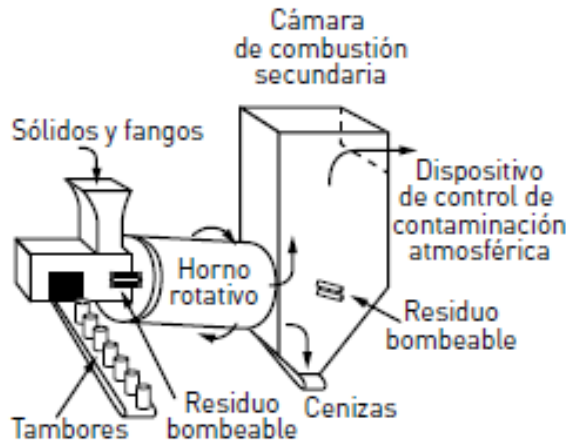


Ilustración 23. Horno rotativo [Fuente: IDAE]

#### 1.2.4.3 Incineración con recuperación de energía

La incineración de residuos con aprovechamiento energético es un proceso muy utilizado en Europa. El proceso consiste en la combustión en un horno con generación de vapor y la expansión de este en una turbina convencional acoplada a un generador eléctrico para producir energía.

En una incineración como la comentada en el apartado anterior, se pueden emplear los tres tipos de hornos, pero controlada para que la temperatura se mantenga a 850°C durante al menos 2 segundos.

Ventajas/inconvenientes: No es necesario pretratamiento de los residuos (excepto en el caso del horno de lecho fluidizado) y las instalaciones necesitan poco espacio. Además, la energía producida se considera renovable. Sin embargo, desde el punto de vista de la generación eléctrica no es la opción más eficaz. Por este motivo, suele ser una opción que requiere unas inversiones de capital muy elevadas.

#### 1.2.4.4 Valoración técnica

La incineración es una tecnología muy extendida en Europa y está ampliamente probada su efectividad en el proceso del tratamiento de residuos. Es un procedimiento que admite toda clase de residuos y requiere poco espacio de instalación. Además, se puede realizar el proceso con recuperación de energía.

Sin embargo, actualmente existe una fuerte oposición social frente a este tipo de tecnología y la **EGSRCM no contempla aumentar la capacidad de tratamiento de residuos mediante este procedimiento.**

La incineración de residuos urbanos no permite aprovechar las materias primas contenidas en los residuos, a no ser que se complemente con una separación previa para recuperar y reciclar los productos valorizables. Además, supone unos altos costes de inversión y de explotación para tener en cuenta.

Ambientalmente, es necesario disponer de un sistema de tratamiento de gases y medidas de control muy estrictas, así como sistema de inertización de cenizas volantes que garanticen el cumplimiento de la normativa referente a valores máximos de emisiones.

INCINERACIÓN	
Jerarquía de residuos	Valorización energética
Aplicaciones subproductos	Con mucha dificultad, las escorias y los metales
Rechazo a vertedero	Escorias (25%) y cenizas volantes (3,5%)
Consumo de energía eléctrica	60 - 190 kWh/t RU procesado
Producción de energía eléctrica	500 - 600 kWh/t RU procesado
CO2 generado	700 -1.700 Kg-CO <sub>2</sub> /t-RU procesado
Emisiones	CO <sub>2</sub> , COT, HCl, HF, SO <sub>2</sub> , HY, HBr, NO <sub>x</sub> , partículas, metales pesados
Vertidos al agua	Agua residual en los sistemas húmedos
Afección al suelo	No significativos
Efectividad y eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Amplia experiencia en Europa</li> <li>▪ Exige poco espacio</li> <li>▪ Aplicable a toda clase de residuos</li> <li>▪ No aprovecha materias primas, no permite el reciclado</li> </ul>
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se obtiene energía</li> <li>▪ Fuerte oposición social por generación de contaminantes</li> </ul>
Capacidad de las plantas	50.000 - 500.000 t/año
Inversión inicial	Elevada
Inversión por tonelada de capacidad instalada	250 - 350 €/t
Coste de tratamiento	45 - 85 €/t
Madurez de la tecnología	Muy probada
Riesgo tecnológico	Bajo

Tabla 3. Valoración técnica de la incineración

### 1.2.5 Cogeneración a partir de residuos

La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica. En los sistemas de cogeneración la planta de generación de energía está cerca del lugar de consumo de esta.



Ilustración 24. Planta de cogeneración [Fuente: AESA]

Los ejemplos más habituales de plantas de cogeneración son:

- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** mediante el proceso biológico de digestión anaerobia los lodos generados son transformados en biogás y lodos estabilizados, aptos para su uso como fertilizantes agrícolas. El biogás, dependiendo de su poder calorífico, podrá ser utilizado en un proceso de cogeneración.

La energía térmica producida en el proceso de cogeneración se puede utilizar para mantener constante la temperatura del digestor anaerobio, así como para calentar previamente los lodos digerido antes su deshidratación, para hacer más efectivo el proceso.

- **Explotaciones agrícolas y/o ganaderas:** en las que los residuos biodegradables se tratan mediante digestión anaerobia. De este modo se reduce la cantidad de residuos y se genera biogás. La energía térmica de la cogeneración se puede utilizar para calentar las naves, los invernaderos o disminuir la humedad del residuo sólido final.
- **Vertederos de residuos sólidos urbanos:** el proceso de biometanización de los residuos genera biogás. La energía térmica de la cogeneración se puede emplear para

tratar los lixiviados que se generan en el vertedero y así disminuir su humedad. El biogás también se puede utilizar para generar energía eléctrica y térmica a través de motores de combustión y turbinas.

#### 1.2.5.1 Tecnologías de cogeneración

Como ya se ha comentado, las alternativas para generar energía eléctrica y energía térmica a partir del biogás son los motores de combustión y las turbinas. Comparando las principales características de ambas tecnologías se obtienen las siguientes conclusiones:

- **Concentración mínima de metano:** Los motores de combustión sólo son válidos cuando la concentración de metano en el biogás es superior al 40%. Las turbinas pueden operar con una riqueza de metano del 30% (35% en el arranque).
- **Eficacia eléctrica y térmica:** Los motores de combustión tienen una eficacia tanto eléctrica como térmica del 35-40%, mientras que en las turbinas la eficiencia eléctrica es del 25-30% y la eficiencia térmica del 55-60%. Considerando la eficiencia global, las turbinas presentan mejores resultados que los motores de combustión.
- **Mantenimiento y rodamientos:** el mantenimiento de las turbinas es más sencillo puesto que sólo tienen una parte móvil y son lubricadas por aire. Sin embargo, los motores de combustión son mucho más complejos a nivel mecánico y precisan de aceite para su lubricación, por lo que necesitan un mayor mantenimiento.
- **Emisiones:** los motores de combustión generan mayor cantidad tanto de monóxido de carbono como de óxidos de nitrógeno.
- **Fuentes de calor:** el calor para los motores de combustión se obtiene del circuito de refrigeración y de los gases de combustión, mientras que, en el caso de las turbinas, la energía térmica se obtiene de una única corriente, aprovechando la alta temperatura de los gases de combustión.
- **Tratamiento del biogás:** en ambos casos el biogás debe ser limpiado previamente para eliminar los siloxanos mediante un filtro de carbón activo. En el caso de los motores de combustión, además, también se debe eliminar del biogás el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), el cual es un ácido muy corrosivo.

En resumen, la cogeneración permite, por un lado, reducir la cantidad de residuo generado, mientras que por otro lado se produce energía eléctrica, que se puede autoconsumir o vender

a través de la red general, y energía térmica, que se puede utilizar tanto dentro del propio proceso, como para reducir la humedad del residuo final mediante técnicas de evaporación-concentración. Tanto por la reducción de la cantidad de residuo como por la producción de energía, el proceso de cogeneración es completamente viable económicamente y el período de retorno de la inversión suele ser relativamente corto.

### 1.2.6 Gasificación

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (residuo orgánico) es transformado en un gas combustible de bajo poder calorífico, mediante una serie de reacciones que ocurren a una temperatura determinada en presencia de un agente gasificante (aire, oxígeno y/o vapor de agua). El gas producido puede ser valorizado energéticamente para producción eléctrica mediante ciclos combinados o simples, turbinas o motores de combustión interna.

De manera general, las características del proceso de gasificación de residuos sólidos urbanos son las siguientes:

- La fuente de oxígeno suele ser aire, oxígeno o vapor.
- La temperatura de trabajo suele ser superior a los 750°C.
- Las reacciones químicas producidas en este proceso son de dos tipos:
  - De cracking molecular: los enlaces moleculares más débiles se rompen por la temperatura, originando moléculas de menor tamaño, generalmente hidrocarburos volátiles.
  - De reformado de gases: reacciones específicas de los procesos de gasificación en las que el vapor de agua suele intervenir como reactivo.
- Flexibilidad en la alimentación: Todas las materias primas que contienen carbono, como residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos, residuos industriales, fangos de depuradora, biomasa, etc., pueden ser gasificadas.
- Alimentación de bajo coste (incluso coste negativo). Es la tecnología más adecuada para muchas aplicaciones industriales.

- Mayor eficiencia y menor impacto medioambiental comparado con los sistemas de combustión cuando se trata de producir electricidad con bajo coste a partir de materiales sólidos.

Como resultado del proceso de gasificación se obtienen los siguientes elementos:

- Gas de síntesis o syngás: compuesto principalmente por CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en menor proporción, además de alquitranes, compuestos halogenados y partículas.
- Residuo sólido: formado por los materiales no combustibles e inertes presentes en el residuo utilizado para la gasificación. Las características de este residuo se parecen a las escorias de los hornos de las plantas de incineración.

La elección del método para llevar a cabo el proceso de gasificación depende de varios factores como el tamaño y forma del residuo, el aprovechamiento de la energía del gas producido que vaya a hacerse y, por supuesto, de los condicionantes económicos.

Además, la cantidad, composición y poder calorífico de los gases producidos dependerá de la composición de los residuos, de la temperatura y de las cantidades de aire y vapor utilizadas.

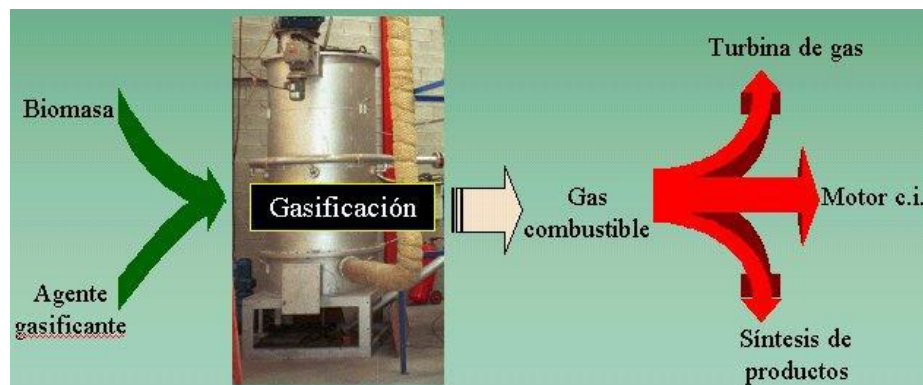


Ilustración 25. Proceso de gasificación

Los distintos tipos de gasificadores que existen en la actualidad son:

- **Gasificador de lecho fijo:** Puede ser con flujo a contracorriente, en paralelo o con corrientes cruzadas. Se caracteriza principalmente por tener un lecho de reacción donde el material desciende lentamente debido a la gravedad, y el cual es gasificado por un flujo de gas (oxígeno, aire o vapor) desde la parte inferior y los gases producto se sacan por la parte superior.

- **Gasificador de lecho fluidizado:** Puede ser burbujeante o circulante. Este tipo de gasificador ofrece una excelente transferencia de calor y masa debido a la intensa mezcla que se produce en el interior. Es necesaria la utilización de material pulverizado para favorecer el contacto con las partículas y así promover la reacción química.
- **Gasificador de lecho de arrastre:** La ventaja de este tipo de gasificador es la habilidad de poder utilizar cualquier tipo de carbón y producir gas limpio sin alquitrán. Adicionalmente, la ceniza producida es inerte. El inconveniente es un esfuerzo mayor en la preparación del carbón (pulverización del carbón) y un alto consumo de oxígeno, especialmente en el caso de carbones con alta humedad y alto porcentaje de cenizas, al igual que en la utilización de lodos carbón-agua. Esta tecnología es la utilizada en la mayor cantidad de planta de ciclo combinado con gasificación de gas integrado (IGCC).

En todos ellos se requiere un pretratamiento del residuo para mejorar el proceso.

#### 1.2.6.1 Gasificación de residuos integrada en ciclo combinado (GICC)

El ciclo combinado es un modo de valorizar energéticamente la energía obtenida por gasificación de residuos, a partir del gas de síntesis. El syngás se utiliza para impulsar una turbina de gas cuyo calor residual pasa a un sistema de turbina de vapor mediante un ciclo combinado.

La técnica más extendida a nivel mundial es emplear como combustible el carbón, sin embargo, esta tecnología es flexible al uso de otros combustibles sólidos: coque de petróleo, biomasa o residuos sólidos urbanos, neumáticos, plásticos, incluso combustibles líquidos pesados de refinería.

De este modo, las instalaciones con tecnología de GICC emplean carbón y residuos sólidos urbanos como combustibles. Es una alternativa flexible, con altos beneficios en cuanto a eficiencia energética y bajas emisiones de gases.

En España, un ejemplo de este tipo de tecnología era la planta de ELCOGAS, en Puertollano (Ciudad Real), utilizaba carbón y coque de petróleo como combustible. Además, se realizaron pruebas con harinas cárnicas en proporciones de 1-4%. La instalación cesó su actividad en enero de 2016.

#### 1.2.6.2 Gasificación con reactor horizontal giratorio

El rendimiento energético con esta técnica varía entre el 75 y el 80%, dependiendo fundamentalmente de la composición, poder calorífico, humedad y contenido en inertes del residuo a tratar, por lo que es una instalación rentable desde 1 t/hora.

Las fracciones susceptibles de ser gasificadas son: plásticos, madera, papel/cartón, textiles y materia orgánica. Esta tecnología de gasificación se caracteriza por disponer de:

- Horno giratorio: utilizable para cualquier tipo de residuo orgánico
- Sistema avanzado de limpieza del syngás (cero alquitranes)
- Sistema de extracción de cenizas que permite trabajar con elevados contenidos de esta (>10%).
- Fácil mantenimiento del sistema de filtrado. No se generan aguas contaminantes.
- Alta calidad y durabilidad: diseñados para trabajar 25 años a altas temperaturas.
- Analizador de gases en continuo.
- Control de diversas zonas diferentes en el proceso global de gasificación.

Los procesos que se llevan a cabo en el interior del gasificador son:

- **Secado:** evaporación de la humedad contenida en la materia.
- **Pirólisis:** descomposición térmica en ausencia de oxígeno. Ocurre entre 300 a 600°C. Se desprenden los componentes más volátiles. Debido a que la cantidad de oxígeno en el interior del reactor es insuficiente, algunos de estos volátiles no se podrán destruir térmicamente, dando lugar a alquitranes no deseados (TAR).
- **Combustión parcial:** oxidación de parte del carbono que ha quedado tras la pirólisis. Transcurre entre 600 y 1.100°C.
- **Gasificación:** reacción del carbono final con el CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O con producción de gases combustibles fundamentalmente CO, H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>.

A diferencia de la incineración, que trabaja en exceso de oxígeno, en la gasificación se emplea tan solo el 25-30% del oxígeno necesario para la combustión completa de la materia orgánica, lo cual conlleva una serie de ventajas medioambientales.

#### 1.2.6.3 Valoración técnica

En la gasificación, la energía química contenida en la materia orgánica se convierte en energía química contenida en un gas. Este gas se puede utilizar como combustible para la obtención

de energía en motores, turbinas de gas o calderas. Por otro lado, las cenizas pueden considerarse un residuo o bien valorizarlas, usándolas como material de construcción, fertilizante, en la fabricación de vidrio, etc. Así pues, es una técnica eficaz para reducir el volumen de residuos sólidos y recuperar su energía, convirtiéndose en una de las vías más adecuadas para la obtención de energía eléctrica y térmica en el marco del desarrollo sostenible.

La gasificación de residuos permite la valorización energética de estos gracias a la producción de un gas de síntesis, a la vez que produce una cantidad reducida de residuos de filtrado. Sin embargo, no todos los residuos se pueden tratar con esta tecnología y es necesario un pretratamiento muy exigente para reducir la cantidad de inertes y de humedad.

Además, se requiere un buen control de la operación y es necesario limpiar el gas producido para su valorización puesto que contiene alquitranes.

### 1.2.7 Vitrificación

La vitrificación es el proceso de conversión de un material en un sólido amorfo similar al vidrio, carente de toda estructura cristalina. Esto se consigue por medio de calentamiento o enfriamiento muy rápido o mediante la mezcla con un aditivo. El proceso debe ser lo más rápido o instantáneo posible. Cuando el material de partida es sólido, la vitrificación normalmente conlleva el calentamiento de la sustancia a muy altas temperaturas. El producto resultante puede ser utilizado, por ejemplo, como materiales para la construcción.

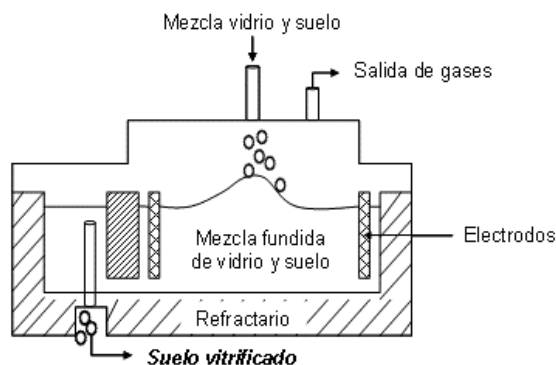


Ilustración 26. Proceso de vitrificación

### 1.2.8 Gasificación por arco de plasma

La gasificación por plasma es una tecnología de tratamiento de residuos que utiliza energía eléctrica de alta temperatura, creada por un gasificador de arco eléctrico. Este arco

descompone principalmente los residuos de gas elemental y de residuos sólidos, y es un dispositivo llamado convertidor de plasma.

El proceso se utiliza principalmente para reducir el volumen de los residuos y, dependiendo de la composición de los residuos de entrada, puede utilizarse para producir energía eléctrica.

La temperatura a un metro del arco puede llegar a 4000°C. A estas temperaturas la mayoría de los tipos de residuos se dividen en componentes básicos elementales en forma gaseosa, y las moléculas complejas están atomizadas, separadas en átomos individuales.

El reactor funciona a una presión negativa, lo que significa que el sistema de alimentación se complementa con un sistema de eliminación de gases, y más tarde un sistema de eliminación de sólidos. El gas producido se puede eliminar o puede ser refinado para conseguir diversos tipos de combustible en una fase posterior.

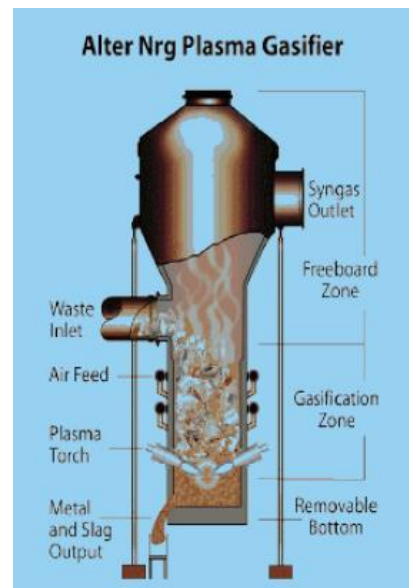


Ilustración 27. Proceso de gasificación por plasma

#### 1.2.8.1 Valoración técnica

La gasificación por plasma de los residuos es la aplicación más novedosa de todas las presentadas. Estas plantas aún están en fase de pruebas y la disponibilidad de datos de explotación también es escasa para permitir establecer conclusiones sobre su eficiencia energética y su rentabilidad económica.

Sin embargo, a nivel teórico esta tecnología presenta un mayor rendimiento energético frente a la gasificación, se reduce la cantidad de carbono en las escorias y de generación de alquitranes y el gas requiere una menor depuración y acondicionamiento para su utilización.

Como contrapartida, la vitrificación de las escorias produce una pérdida adicional de energía, tanto en la extracción directa de energía del reactor como por la necesidad de mantener temperaturas muy elevadas.

### GASIFICACIÓN Y VITRIFICACIÓN POR PLASMA

Jerarquía de residuos

Valorización energética

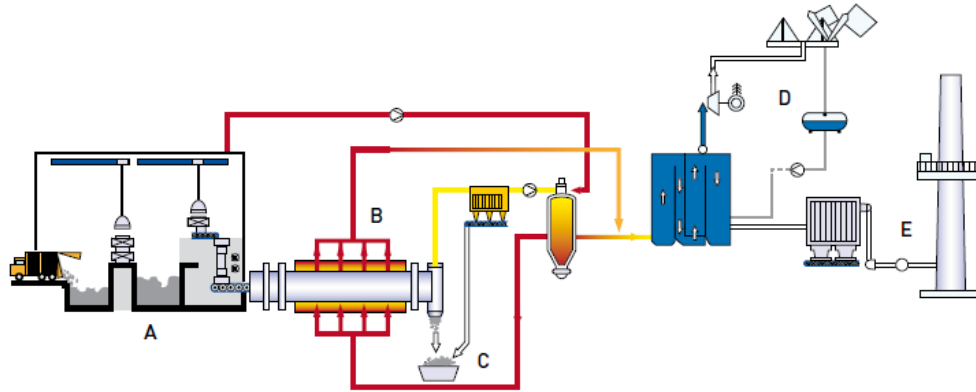
GASIFICACIÓN Y VITRIFICACIÓN POR PLASMA	
Subproductos	Escorias vitrificadas
Reducción en peso del residuo procesado	90%
Rechazo a vertedero	Casi nulo
Consumo de energía eléctrica	
Producción de energía eléctrica	1.000 - 1.500 kWh/t RU procesado
CO2 generado	400 - 500 Kg-CO2/t-RU procesado
Emisiones	
Vertidos al agua	
Afección al suelo	
Efectividad y eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Simplicidad</li> <li>▪ Generación de energía eléctrica superior a la incineración</li> <li>▪ Tecnología emergente</li> </ul>
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menor producción de CO2</li> <li>▪ Vertido nulo, las escorias pueden ser valorizadas</li> <li>▪ No forma dioxinas, furanos ni alquitranes</li> <li>▪ Gran retención y fijación de metales pesados</li> </ul>
Capacidad de las plantas	35.000 - 300.000 t/año
Inversión inicial	Elevada
Inversión por tonelada de capacidad instalada	445 €/t
Coste de tratamiento	35 - 60 €/t
Madurez de la tecnología	Probada en otros tipos de residuos, pero en pruebas en residuos domésticos
Riesgo tecnológico	Alto

Tabla 4. Valoración técnica de la Gasificación y Vitrificación por plasma

### 1.2.9 Pirólisis

La pirólisis es una técnica de degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno a temperaturas de entre 800 y 1.100°C.

El producto resultante es un gas de síntesis (syngás) con un poder calorífico variable entre 10.000 a 20.000 KJ/Nm<sup>3</sup> y compuesto por metano, hidrógeno, monóxido de carbono y nitrógeno. Además, se obtienen residuos líquidos (compuestos básicamente por hidrocarburos de cadenas largas como alquitranes, aceites, fenoles, o ceras) y un residuo sólido inerte. Este residuo se destina a vertedero o incineración mientras que los residuos líquidos deben ser tratados en plantas especiales.



- A- Zona de descarga y trituración
- B- Pirólisis
- C- Recogida y selección de residuos procedentes del sistema
- D- Recuperación de energía
- E- Depuración de gases

Ilustración 28. Proceso de pirólisis [Fuente: IDAE]

Los residuos más aptos para realizar el proceso de pirólisis se consideran el papel, cartón, astillas de madera, residuos de jardín y algunos plásticos seleccionados. La clasificación y pretratamiento de los residuos sigue criterios similares que para la gasificación:

- Los residuos deben proceder de un sistema de recogida selectiva y/o en su defecto, deben someterse a un sistema de clasificación previo a la planta de pirólisis.
- No son admisibles los residuos voluminosos, los metales, los materiales de construcción, los residuos peligrosos, vidrio y algunos plásticos, como el PVC.
- Se requiere triturar, secar y homogeneizar los residuos antes de su tratamiento.

Según las condiciones con las que se trabaje se pueden diferenciar tres tipos de pirólisis:

- **Pirólisis lenta:** proceso discontinuo, a presión atmosférica, en el que la velocidad de calentamiento es reducida, ( $<2^{\circ}\text{C/s}$ ), prolongando su tiempo de reacción entre 5 minutos y varias horas, con una temperatura media entre  $400\text{-}500^{\circ}\text{C}$ .
- **Pirólisis rápida:** proceso continuo, a vacío y a temperaturas elevadas, por lo que la velocidad de reacción es mayor que en el caso anterior. Los productos volatilizados permanecen unos segundos en el reactor, evitando las reacciones de condensación. Se usa comúnmente para biomasa.
- **Pirólisis “flash”:** proceso continuo, en el que el tiempo de residencia de los gases es  $<0,5\text{ s}$ , y la transmisión de calor es muy rápida. Se aplica a casos en los que el material a pirolizar tiene un alto contenido en volátiles.

Las instalaciones más utilizadas para llevar a cabo la pirólisis son los hornos, que pueden ser rotativos o de tubos calentados externamente.

#### 1.2.9.1 Valoración técnica

La pirólisis es una técnica muy eficaz si se aplica a la biomasa pero presenta algunas dificultades en su implementación para tratar los residuos urbanos por su composición. La aparición de compuestos orgánicos complejos en las diferentes fases dificulta el aprovechamiento energético.

El principal problema que presenta la pirólisis en su utilización para producir biocombustibles líquidos es la necesidad de empleo de catalizadores para obtener un mayor rendimiento en el proceso de refinado necesario para eliminar parte del oxígeno que se encuentra en la fase líquida obtenida del proceso y obtener la gasolina “verde”, lo cual encarece el sistema enormemente.

La pirólisis requiere un buen control del proceso y aún no está ampliamente probada, por lo que necesita un mayor desarrollo tecnológico para su aplicación en el aprovechamiento energético a gran escala.

#### 1.2.10 Termólisis

La termólisis es un proceso que se produce en ausencia de oxígeno cuando se somete a un residuo a un aumento de temperatura, que ronda los 400°C. El tratamiento de los residuos sólidos urbanos produce productos químicos derivados y combustibles de segunda generación, tales como biocarbón y bioaceite. El proceso no genera residuos ni gases de efecto invernadero. Los subproductos obtenidos son totalmente aprovechables.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---

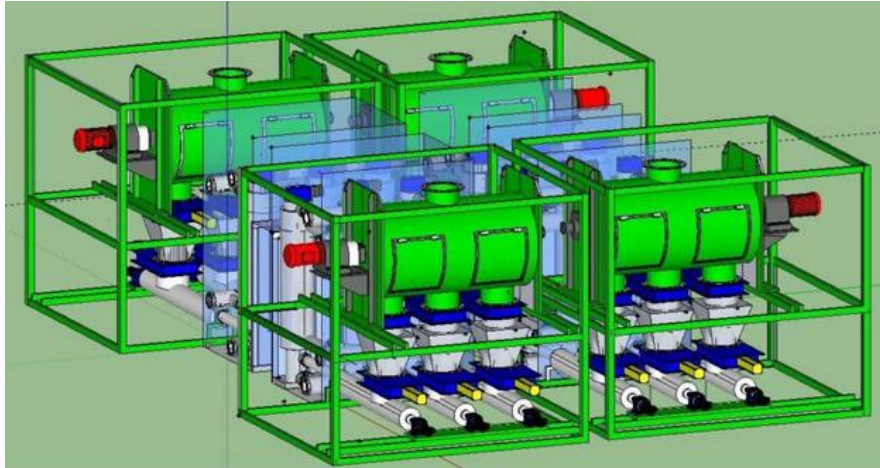


Ilustración 29. Reactores de termólisis [Fuente: S.I.T.R.U.]

El proceso se produce en un reactor donde se destilan los residuos y se genera un gas combustible y un producto carbonado (coque) que puede utilizarse como carbón activo o valorizarse energéticamente como combustible.

### **1.2.11 Oxidación térmica**

Este proceso, basado en la oxidación térmica y gasificación de residuos, es un método usado en la reducción de residuos hospitalarios, industriales y municipales, para conseguir un pequeño volumen (aproximadamente un 5%) de metales reciclables y aluminio, vidrio y cenizas finas e inertes.

Este sistema no requiere necesariamente una separación previa de los residuos entrantes. Los residuos pueden depositarse directamente en el sistema.

En los sistemas de oxidación térmica se produce la depuración de emisiones contaminadas con compuestos orgánicos volátiles (COV), en base al calentamiento de los gases a tratar, normalmente hasta unos 750–850° durante 0,5-1s, de manera que los compuestos orgánicos se oxidan drásticamente.

El proceso comprende una primera etapa de combustión, donde el residuo se somete a un primer flujo de aire fijo de volumen predeterminado que pasa de arriba hacia abajo del residuo. Un segundo flujo de aire modulado de menor volumen pasa sobre el residuo y a través de la flama de combustión. El proceso comprende además una segunda etapa de combustión en donde los productos de combustión de la primera etapa se exponen a condiciones de temperatura alta, durante un período corto bajo condiciones de aire estequiométricas globales de 135 a 200%.

### **1.2.12 Autoclave de RSUs**

El autoclave utiliza calor y vapor a presión para tratar los residuos domésticos. El vapor de agua saturado se bombea en el autoclave a temperaturas de alrededor de 160 °C. La presión en el reactor se mantiene a 5 bar por un período de hasta 45 min para permitir que el proceso elimine en su totalidad todo tipo de microorganismos.

Como consecuencia de este "proceso de cocción" los plásticos se reblandecen y se aplanan, y el papel y otros materiales fibrosos se desintegran en una masa fibrosa.

El tratamiento con autoclave reduce el volumen de los residuos al 60%.

#### **1.2.12.1 Hidrólisis térmica de la fracción orgánica**

La hidrólisis térmica de la fracción orgánica consiste en el tratamiento de los residuos mediante unos autoclaves, donde se les somete a unas condiciones de presión y temperatura durante un tiempo determinado.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---

Es un proceso semicontinuo donde se emplea vapor de agua para mantener las condiciones de operación. El producto que se obtiene es una biomasa de alta calidad, higienizada, homogeneizada y transformada.



Ilustración 30. Planta de hidrólisis térmica [Fuente: ECONWARD]

Esta tecnología permite reducir el depósito en vertedero, tiene unos costes de operación reducidos y las emisiones atmosféricas, acústicas y odoríferas son muy inferiores a las de los otros sistemas de tratamiento de residuos, lo que asegura unas condiciones de higiene y salud óptimas para los trabajadores y el entorno.

Como inconveniente de esta tecnología, destacar que aún no está muy implantada en el tratamiento de residuos y que los usos de la biomasa producida aún se están desarrollando en el mercado.

#### 1.2.12.2 Carbonización hidrotermal de la fracción orgánica

La carbonización hidrotermal de los biorresiduos es un procedimiento en el que a través de una serie de reactores se tratan los residuos para generar un biocombustible sólido de alto PCI (hydrochar) y biofertilizante líquido.



Ilustración 31. Planta de carbonización hidrotermal [Fuente: Ingelia]

Mediante el mantenimiento de las condiciones de presión y temperatura requeridas, se lleva a cabo el proceso de carbonización hidrotermal.

Para completar el proceso es necesario realizar un postratamiento para separar las cenizas, filtrar, secar y homogeneizar el producto resultante. El biocarbón se criba y almacena en forma de pellets para su posterior utilización como combustible.

#### 1.2.13 Desgasificación de vertederos

La previsión de futuro para este tipo de técnica aplicada a nuevos vertederos no será necesaria si, tal como se contempla en el Real Decreto 1481/2001, se limita la cantidad de residuos biodegradables depositados en vertedero.

Si además se cumplen los objetivos del PEMAR, sobre reducir el vertido de residuos al 35%, en especial los biorresiduos y no depositar en vertedero residuos municipales sin tratar, no habrá suficiente materia orgánica fácilmente degradable en los vertederos para permitir el aprovechamiento energético del metano que se pudiera generar en los mismos.

Sin embargo, la desgasificación de los vertederos actualmente en explotación, así como de los ya clausurados, sí es muy conveniente. Los residuos orgánicos eliminados en un vertedero sufren una degradación biológica durante la cual se generan diversos gases: fundamentalmente CH<sub>4</sub> (50-70%), CO<sub>2</sub> (20-50%), nitrógeno (4-20%), H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S y otros compuestos orgánicos halogenados y organosulfurados. La generación y emisión incontrolada de este biogás presenta una serie de problemas como incendios y explosiones, inestabilidad del vertedero por bolsas de gas, toxicidad, malos olores, daños en la vegetación colindante y en la fauna cercana, y por supuesto efecto invernadero del metano fugado.

La cantidad de biogás producido y su tiempo de producción dependen de factores como la composición del residuo, la temperatura, el contenido en humedad del residuo, el pH, el tipo operaciones de relleno, etc.

Como norma general, los residuos con un contenido en materia orgánica superior al 50% (papel, cartón, restos vegetales o de comida, textiles naturales, etc.) producirán unos 200 Nm<sup>3</sup> de biogás por cada tonelada de residuos hasta su total degradación, como máximo aproximado.

El proceso de desgasificación del vertedero consiste en depurar el gas para eliminar las impurezas que pudieran ocasionar daños en los equipos de valorización, y seguidamente inyectar el gas en motores de combustión interna acoplados a los alternadores que generan la energía eléctrica. También existe la posibilidad de, una vez ajustadas las características del gas, inyectarlo directamente a las redes de distribución de gas o su utilización como combustible gaseoso, por ejemplo, en flotas municipales de camiones y autobuses.

Como dato orientativo, 1 m<sup>3</sup> de biogás, con una composición de 70% CH<sub>4</sub> y 30% CO<sub>2</sub> produce 6.000 Kcal, lo que equivaldría a 0,8 l de gasolina o 0,71 l de fuel-oil por ejemplo.

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

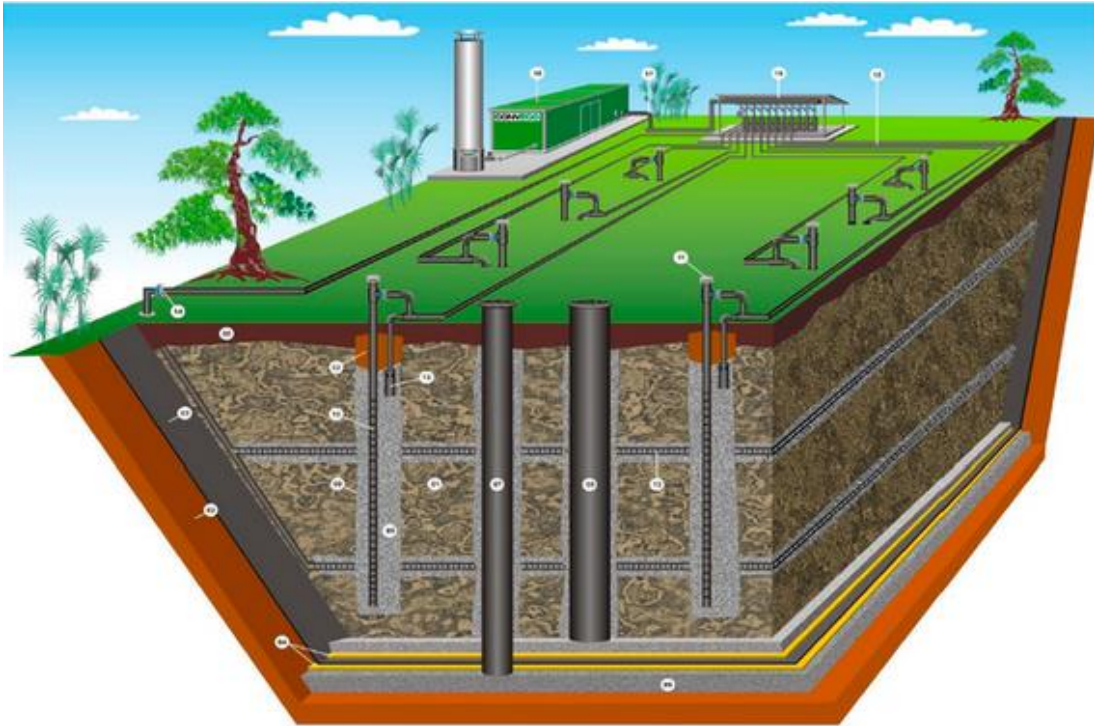


Ilustración 32. Esquema de sistema de desgasificación de vertederos [Fuente: Traco Iberia]

### 1.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

A continuación, se incluye una tabla con la comparación de los principales aspectos que definen cada una de las tecnologías propuestas.

En la comparación se han incluido los principales aspectos ambientales, técnicos y económicos y se han valorado con 5 grados, según su impacto: muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo. Algunos de los aspectos incluidos en la tabla no pueden ser valorados en todas las tecnologías debido a la ausencia de experiencias de implantación suficientes (en tecnologías

“Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”

---

innovadoras aún no aplicadas en el ámbito del tratamiento de residuos) o porque no son aplicables. Por esta razón se ha incluido N/A (no aplicable).

“Proyecto de Gestión de Residuos Domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur 2018-2024”

TECNOLOGÍA	TÉCNICOS			ECONÓMICOS		AMBIENTALES				CUMPLIMIENTO OBJETIVOS EGSRCM	VALORACIÓN GLOBAL
	Consumo energía	Producción energía	Riesgo tecnológico	Coste inversión	Coste operación	Emisiones a la atmósfera	Generación de residuos	Vertidos a las aguas	Afección al suelo		
<b>Tratamientos mecánicos</b>	MEDIO	N/A	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTA
<b>Tratamientos biológicos</b>											
<b>Compostaje</b>	BAJO	N/A	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	ALTO	ALTA
<b>Biometanización</b>	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	ALTO	ALTA
<b>Secado térmico</b>	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA
<b>Biosecado</b>	MEDIO	N/A	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJA
<b>Biodrying</b>	BAJO	N/A	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Tratamientos térmicos – Valorización energética</b>											
<b>Combustibles CDR/CSR</b>	MEDIO	N/A	BAJO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO	ALTA
<b>Biocarburantes</b>	ALTO	MEDIA	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Carb. a partir de plásticos</b>	ALTO	MEDIA	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Incineración</b>	ALTO	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Cogeneración</b>	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Gasificación</b>	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJA
<b>Vitrificación</b>	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA
<b>Gasificación por plasma</b>	ALTO	MUY ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MUY BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA
<b>Pirólisis</b>	ALTO	MUY ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA
<b>Termólisis</b>	ALTO	MUY ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA
<b>Oxidación térmica</b>	ALTO	MUY ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA
<b>Autoclave de RSU</b>	ALTO	N/A	ALTO	ALTO	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO	MUY BAJA	MUY BAJA

Tabla 5. Análisis comparativo alternativas tratamiento residuos

#### 4.- CONCLUSIÓN

En el presente anexo al proyecto básico de Solicitud de Modificación Sustancial de Autorización Ambiental Integrada del Complejo Medioambiental CM1 en el término municipal de Pinto para el tratamiento de los residuos domésticos y asimilables de la Mancomunidad del Sur”, se han estudiado las Mejores Técnicas disponibles en el tratamiento de residuos, que justifican que la solución adoptada se incluye dentro de los más modernos procesos.

Para lo cual se firma el presente documentos en,

Valencia, febrero de 2023

Por Grupotec



Fdo: Amaia Fonseca Silva

Ingeniera Agrónoma

Fdo: David López Torrijos

Ingeniero Agrónomo