



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE

Alumno: Alejandro Manuel González López

Tutor: Prof. D. Lourdes Martínez Cartas
Depto.: Ingeniería Química

Enero, 2018



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE

Alumno: Alejandro Manuel González López

Tutor: Prof. D. Lourdes Martínez Cartas
Depto.: Ingeniería Química



Enero, 2018

ÍNDICE

1	Introducción.....	9
1.1	Planta de compostaje	9
2	Memoria	10
2.1	Antecedentes, objeto y justificación	10
2.1.1	Antecedentes.....	10
2.1.2	Objeto.....	10
2.1.3	Justificación.....	11
2.1.3.1	Obligatoriedad legal.....	12
2.1.3.2	Impacto ambiental	13
2.1.3.2.1	Efectos sobre la atmósfera	13
2.1.3.2.2	Efectos sobre el suelo	14
2.1.3.2.1	Efectos sobre las aguas	14
2.2	La gallinaza como residuo orgánico.....	15
2.2.1	Definición	15
2.2.2	Situación en Asturias.....	15
2.2.3	Tipos de gallinaza.....	15
2.2.3	Composición química de la gallinaza.....	16
2.2.3.1	Volumen y composición de la gallinaza	16
2.3	Tratamientos existentes de residuos ganaderos	19
2.3.1	Tratamientos biológicos.....	19
2.3.2	Tratamientos físico-químicos	24
2.4	Estudio de alternativas y elección de la óptima.....	24
2.4.1	Sistemas de tratamiento de tipo de biológico	25
2.4.2	Tratamientos físico-químicos	31
2.4.3	Uso directo de la gallinaza como abono.....	36
2.4.4	Elección del sistema de tratamiento óptimo	37
2.5	El compostaje	38

2.5.1	Generalidades.....	38
2.5.2	Criterios de ubicación.....	43
2.5.3	Estabilización del compost.....	43
2.5.4	Usos del compost	45
2.5.5	Comercialización del compost.....	47
2.5.6	Procesos de elaboración del compost.....	48
2.5.7	Efectos del compost sobre propiedades del suelo y plantas	58
2.6	Diseño planta de compostaje.....	58
2.6.1	Residuos a tratar.....	58
2.6.2	Localización	62
2.6.3	Sistema de tratamiento propuesto.....	62
2.6.4	Definición básica de planta	67
2.6.5	Equipos y accesorios	88
2.6.6	Obra civil.....	118
2.6.7	Instalación de abastecimiento y calefacción.....	138
2.6.8	Instalaciones de protección contra incendios	144
2.6.9	Iluminación.....	152
2.6.10	Planificación y medios necesarios de ejecución obra.....	155
2.7	Bibliografía de la memoria	164
2.7.1	Artículos de revista científica.....	164
2.7.2	Libros.....	165
3	Anexos	165
3.1	Estudio de Impacto Ambiental	165
3.1.1	Introducción al estudio de impacto ambiental.....	165
3.1.2	Descripción del proyecto y sus acciones.....	169
3.1.3	Inventario ambiental.....	170
3.1.4	Identificación y valoración de impactos	182
3.1.5	Medidas correctoras y preventivas.....	196
3.1.6	Plan de vigilancia ambiental.....	203

3.2	Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	204
3.2.1	Objeto del estudio.....	204
3.2.2	Valoración del estudio.....	205
3.2.3	Ámbito de aplicación.....	205
3.2.4	Medidas legales.....	205
3.2.5	Normas referentes al buen construir.....	206
3.2.6	Empleo y mantenimiento de los medios de protección.....	207
3.2.7	Empleo y conservación de equipos preventivos.....	207
3.2.8	Régimen de responsabilidades.....	210
3.2.9	Normas para certificación de elementos de seguridad.....	210
3.2.10	Consulta y participación de los trabajadores.....	211
3.2.11	Plan de seguridad y salud, condiciones generales.....	211
3.2.12	Acciones a desarrollar en caso de accidente laboral.....	213
3.2.13	Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud.....	213
3.2.14	Servicios médicos.....	214
3.2.15	Instalaciones médicas.....	214
3.2.16	Características de la obra.....	215
3.2.17	Riesgos y prevención de nuestras unidades constructivas.....	222
3.2.18	Formación e información.....	229
3.3	Efectos del compost sobre el suelo y las plantas.....	231
3.3.1	Efectos sobre las propiedades del suelo.....	231
3.3.2	Efectos sobre la planta.....	242
3.3.3	Riesgos sobre el suelo y planta.....	242
3.3.4	Fertilizantes orgánicos frente a fertilizantes inorgánicos.....	243
3.4	Bibliografía de los anexos.....	245
3.4.1	Artículos de revista científica.....	245
3.4.2	Libros.....	246
4	Planos.....	247
4.1	Introducción, título y numeración designada.....	247

5	Pliego de condiciones generales	260
5.1	Introducción	260
5.2	Normas generales de aplicación	260
5.3	Adjudicación de la obra.....	261
5.3.1	Presentación de la obra a concurso	261
5.3.2	Presentación de las ofertas.....	261
5.3.3	Estudio de las ofertas y adjudicación de las obras	262
5.3.4	Firma del contrato	263
5.3.5	Rescisión del contrato.....	263
5.3.6	Suspensión de la obra	264
5.4	Descripción de las obras.....	264
5.4.1	Clases, formas y dimensiones	264
5.5	Permisos y licencias	265
5.6	Medidas de seguridad y protección.....	265
5.7	Disposiciones para el empleo de personal.....	266
5.8	Control de materiales.....	266
5.8.1	Suministro de materiales.....	266
5.8.2	Almacenamiento y acopio de materiales	267
5.9	Ensayos y pruebas	267
5.10	Responsabilidad del contratista en la ejecución de las obras.....	268
5.11	Gastos de carácter general del contratista	268
5.12	Subcontratos.....	269
5.13	Conservación del medio ambiente	269
5.14	Conservación de las obras durante la ejecución	269
5.15	Obras auxiliares	270
5.16	Limpieza final de las obras.....	270
5.17	Plazo de garantía.....	270
5.18	Inspección y vigilancia de las obras	270
5.19	Condiciones legales.....	271

5.19.1	Jurisdicción	271
5.20	Facultades de la dirección de la obra.....	271
5.21	Contrato de ejecución	271
5.22	Documentos para el contratista.....	271
5.23	Modificaciones de la obra	272
5.24	Otras contingencias	272
5.25	Accidentes y daños a terceros	272
5.26	Especificación de materiales y equipos.....	273
5.26.1	Báscula puente y control de pesaje.....	273
5.26.2	Trituradora	276
5.26.3	Maquina mezcladora.....	277
5.26.4	Túneles de fermentación.....	278
5.26.5	Biofiltro.....	283
5.26.6	Trómmel o máquina cribadora.....	284
5.26.7	Contenedores de rechazo de compost.....	285
5.26.8	Maquina ensacadora.....	285
5.26.9	Equipos móviles	286
5.26.10	Nave de mezcla	290
5.26.11	Nave de almacenamiento.....	293
5.26.12	Nave de maduración	295
5.26.13	Edificio corporativo.....	297
5.26.14	Equipo de laboratorio	299
5.26.15	Galería de servicios	300
5.26.16	Balsa de lixiviados.....	301
5.26.17	Deposito de lixiviados	301
5.26.18	Bombas.....	302
5.26.19	Ventiladores	305
5.26.20	Termo eléctrico	307
5.26.21	Equipos contra incendios	307

5.26.22	Iluminación.....	313
5.26.23	Cerramiento de la parcela	315
5.26.24	Jardinería	316
5.26.25	Garantía de los equipos	316
5.26.26	Inspecciones de los equipos	317
5.26.27	Pruebas	317
5.27	Especificaciones de ejecución	317
5.27.1	Objeto	317
5.27.2	Descripción de las obras	318
5.27.3	Relación de pliego y normas	318
5.27.4	Condiciones que deben cumplir los materiales	319
5.28	Ejecución de las obras	335
5.28.1	Replanteo de las obras	335
5.28.2	Movimiento de tierras	336
5.28.3	Hormigones y morteros	338
5.28.4	Carpintería de armar	339
5.28.5	Aceros.....	340
5.28.6	Albañilería	342
5.28.7	Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas	344
5.28.8	Pinturas.....	346
5.28.9	Pilotes prefabricados.....	347
5.29	Medición y abono de las obras.....	347
5.29.1	Generalidades.....	347
5.29.2	Movimiento de tierras.....	348
5.29.3	Hormigones y morteros.....	349
5.29.4	Carpintería de armar	351
5.29.5	Aceros.....	351
5.29.6	Albañilería	352
5.29.7	Forjados.....	353

5.29.8	Gravas	353
5.29.9	Carpintería de taller.....	353
5.29.10	Tuberías.....	354
5.29.11	Pavimentos, solados, revestimientos y fachada	354
5.29.12	Pinturas.....	356
5.29.13	Pilotes prefabricados.....	356
5.30	Pliego de condiciones económicas	356
5.30.1	Alcance	356
5.30.2	Ejecución	357
5.30.3	Precio de las obras	357
5.30.4	Precios extra	357
5.30.5	Obras de mejora o ampliación	358
5.30.6	Distribución de documentos	358
5.30.7	Baja en subasta de concurso	358
5.30.8	Medición y valoración de obras.....	358
5.30.9	Equivocación en el presupuesto.....	359
5.30.10	Valoración de obras completas	359
5.30.11	Precio contradictorio	359
5.30.12	Relaciones valoradas	360
5.30.13	Reclamaciones del contratista.....	360
5.30.14	Liquidación y abono de las obras	360
5.30.15	Plazo de entrega	361
5.30.16	Fuerza mayor.....	362
5.30.17	Rescisión	363
5.30.18	Cesión.....	364
5.30.19	Cumplimiento de las leyes	364
5.30.20	Garantías	364
5.30.21	Cancelación de la orden de compra	365
5.30.22	Accidentes e indemnizaciones	368

5.30.23	Publicidad	368
5.30.24	Identificación del comprador	368
5.30.25	Documentación	368
6	Mediciones y presupuesto	369
6.1	Introducción	369
6.2	Unidades de obra	370
6.3	Mediciones	371
6.4	Software para mediciones y presupuestos.....	371
6.5	Resumen partidas generales estimadas para el proyecto	372
6.5.1	Formación de explanada.....	372
6.5.2	Realización de firmes.....	372
6.5.3	Protección contra incendios e instalaciones exteriores	372
6.5.4	Nave mezcladora	372
6.5.5	Nave de maduración.....	373
6.5.6	Nave de almacenamiento	373
6.5.7	Edificio de servicios.....	373
6.5.8	Túneles de fermentación.....	373
6.5.9	Galería de servicios	374
6.5.10	Biofiltro.....	374
6.5.11	Varios.....	374
6.5.12	Maquinaria y equipamientos	374
6.6	Total ejecución material y presupuesto general del proyecto	375

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planta de compostaje

El proyecto pretende diseñar una planta de tratamiento para la generación de compost ó composta.

La planta estará situada en la zona centro de Asturias.

El producto generado (compost), es obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico. Como pueden ser los residuos agropecuarios, el estiércol, la fracción orgánica de residuos sólidos, etc., los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de fermentación denominado compostaje.

Por tanto, a partir de una serie de residuos de origen orgánico, generamos un producto de valor añadido que se puede utilizar tanto de forma particular, como pública o por empresas, en distintos formatos para abono y sustrato, en fincas, jardines, parques, urbanizaciones, campos de golf, etc.

2 MEMORIA

2.1 Antecedentes, objeto y justificación

2.1.1 Antecedentes

La normativa en vigor, en materia de gestión de residuos, exige y potencia todas aquellas acciones y/o actuaciones que se propongan entre sus objetivos la recuperación e incorporación al ciclo de consumo de aquellos materiales y productos que puedan derivarse del tratamiento de los residuos y penalizan su vertido y/o eliminación.

La Planta de Compostaje, que puede ser construida en cualquier finca de aproximadamente 300 m. de largo x 200 m. de ancho, preferentemente situada en el Concejo de Carreño, propone tanto la valorización de la fracción sólida de los residuos de gallinaza generados principalmente en el Concejo de Carreño, como restos orgánicos vegetales procedentes de siega y poda, recuperando la materia orgánica contenida en este tipo de residuos después de su transformación en Compost.

2.1.2 Objeto

El objeto de este proyecto es el diseño de una planta de compostaje en túneles de fermentación para el tratamiento de la fracción sólida de residuos orgánicos derivados de explotaciones avícolas intensivas, comúnmente conocidos como gallinaza.

El compostaje es un sistema apropiado para el tratamiento de residuos orgánicos, que partiendo de un residuo orgánico como la gallinaza, obtiene compost, un producto de valor como fertilizante orgánico.

La elección de realizar el compostaje en túneles de fermentación o Compo-Túneles, responde tanto al cumplimiento más escrupuloso de la normativa medioambiental vigente como a la minimización de malos olores para el entorno de la instalación.

Las metas básicas del proyecto son:

1. Diseñar una planta funcional, eficiente, eficaz, de explotación sencilla y con gastos de mantenimiento reducidos para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos de gallinaza, transformando un residuo orgánico contaminante como la gallinaza en compost, un fertilizante orgánico apreciado, de demanda creciente en agricultura y jardinería urbana.
2. Valorizar los residuos orgánicos de la importante industria avícola del concejo de Carreño, cuya eliminación descontrolada ocasiona graves perjuicios al medio ambiente.
3. Dimensionamiento adecuado de las instalaciones

4. Diseño del lay-out o distribución en planta atendiendo a la secuencia lógica del proceso

2.1.3 Justificación

En el concejo de Carreño y en sus inmediaciones existe una alta concentración de explotaciones avícolas. Se calcula que en Asturias hay aproximadamente 550000 animales entre gallinas y pollos, de los que entre el concejo de Carreño y sus limítrofes se concentra más del 30 % del censo regional (Año 2006), generándose una gran cantidad de residuos orgánicos que si no son eliminados adecuadamente, pueden causar perjuicios medioambientales como contaminación de aguas, contaminación atmosférica y episodios de contaminación sobre el suelo, los cuales serán estudiados en profundidad en el apartado de anexos correspondiente a impacto ambiental. La mayoría de los impactos ambientales son consecuencia del vertido incontrolado de estos residuos al no existir suficiente terreno para ser utilizados como fertilizante, suponiendo además el incumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental y las responsabilidades que esto supone para el empresario o agricultor.

No debe olvidarse las molestias que suponen para los vecinos residentes en las inmediaciones de las explotaciones avícolas, los malos olores consecuencia de la acumulación al aire libre de la gallinaza, pudiendo estos iniciar demandas civiles al considerarse parte afectada.

Todos estos problemas, pueden ser eliminados o minimizados notablemente mediante el tratamiento de estos residuos en una planta de compostaje. La planta de compostaje permite a los agricultores desprenderse de los residuos de una manera cómoda y legal.

La justificación de la implantación de una planta de compostaje responde fundamentalmente a aspectos medioambientales así como a imperativos legales.

En la actualidad solo existen dos plantas de compostaje para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos orgánicos ganaderos, una situada principalmente entre los concejos de Gijón-Corvera que perteneciente al grupo C.O.G.E.R.S.A., (Consortio para la Gestión de los Residuos Sólidos de Asturias del que participan la totalidad de los municipios de Asturias), y una segunda situada en el Concejo de Cabrales para el tratamiento exclusivo de los residuos orgánicos generados en el Parque Nacional "Picos de Europa". En la planta de C.O.G.E.R.S.A. se compostan residuos de poda mezclados con diferentes residuos orgánicos procedentes de explotaciones ganaderas, y es del todo insuficiente para tratar la enorme cantidad de residuos orgánicos consecuencia de las explotaciones ganaderas del concejo de Gijón y mucho menos las de la totalidad de la región.

2.1.3.1 Obligatoriedad legal

La instalación de una planta de compostaje ayudaría tanto a los pequeños agricultores, como a las grandes explotaciones avícolas del concejo de Carreño y de sus inmediaciones a cumplir con una legislación ambiental cada vez más prolija y severa. Los agricultores evitan la incertidumbre de posibles sanciones administrativas por parte del órgano competente, a la vez que se ayuda a conservar el entorno medioambiental.

La ley de referencia que regula las explotaciones agrícolas y ganaderas es la Ley 10/1998 de residuos. Por otra parte, el Real Decreto 261/1996 de protección contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes ganaderas establece la cantidad máxima de estiércol a aplicar a un terreno, como de 170 kilogramos de nitrógeno al año y por hectárea de superficie en zonas sensibles.

La Ley de aguas 1/2001 establece la total prohibición del vertido de residuos ganaderos a aguas marinas o continentales, sean ríos, embalses o lagos, sin contar con el permiso del órgano administrativo, y presta especial atención a los daños que los lixiviados de los residuos orgánicos ganaderos puedan causar en las aguas subterráneas.

Asimismo el Real Decreto 2414/1961 regula la normativa que afecta a las industrias de cualquier tipo que puedan ser consideradas como molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Según este Real Decreto, las explotaciones avícolas pueden ser consideradas como molestas, insalubres y nocivas en caso de no gestionar adecuadamente sus residuos. En ese caso deberían cumplir con medidas restrictivas en cuanto a emplazamiento, tales como no estar localizadas en un radio menor a dos mil metros del núcleo más próximo de población agrupada, cuestión esta reiteradamente incumplida por un gran número de explotaciones avícolas.

Real Decreto 824/2005 regula el uso de fertilizantes y en particular los que usan materias primas de origen orgánico.

La ley 10/1998 de residuos, 1/2001 de aguas y los Reales Decretos 824/2005, 261/1996, 2414/1961 constituyen la legislación de aplicación en la actualidad para industrias ganaderas de cualquier tipo.

La importancia del cumplimiento de la legislación no radica tanto en el ahorro de posibles sanciones administrativas, sino en el aseguramiento de unas condiciones óptimas del entorno ambiental en el Concejo de Carreño, así como un equilibrio entre el desarrollo de estas explotaciones ganaderas y el nivel de vida de los residentes en sus inmediaciones, dentro de un marco de desarrollo sostenible. Este proyecto demostrará la conveniencia de la implantación de una planta de compostaje en el Concejo de Carreño que contribuya a posibilitar el cumplimiento de la normativa medioambiental a los ganaderos, redundando en una mejor conservación del medio ambiente.

2.1.3.2 Impacto ambiental

Los cambios en los sistemas de producción agropecuarios han tenido y tienen una clara incidencia en el medio ambiente. El paso de la ganadería extensiva a la ganadería intensiva, así como la intensificación de la actividad agrícola ha significado, junto a unos indudables y deseables logros socioeconómicos, la producción de unos mayores volúmenes de residuos orgánicos por unidad de superficie. En consecuencia, resulta necesario afrontar el grave problema ambiental que supone la contaminación de las aguas, superficiales y subterráneas, debido a fuentes agropecuarias. De esta manera residuos como la gallinaza, antiguamente considerados como un recurso, utilizados directamente como fertilizante de tierras de cultivo, son ahora residuos ante la incapacidad de la tierra para asimilar el volumen de residuos generados por las explotaciones avícolas en nuestro país. Recientemente se ha dado un paso importante en este sentido, con la publicación del Real Decreto 109/1998, del 11 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias, aunque en Asturias tiene carácter voluntario.

La enumeración de problemáticas específicas de los residuos orgánicos ganaderos en general, y de la gallinaza en particular, y los efectos de los mismos sobre el Medio Ambiente es la siguiente:

- Problemática relacionada con la producción y almacenamiento de los residuos y afecciones medioambientales causadas.
 - a) Contaminación de la atmósfera.
 - b) Contaminación del suelo y del agua.
- Problemática relacionada con la utilización como fertilizantes de los residuos y afecciones medioambientales causadas.
 - a) Efecto sobre el funcionamiento del suelo.
 - b) Efecto sobre las aguas.
 - c) Efecto sobre la atmósfera.

2.1.3.2.1 Efectos sobre la atmósfera

Los efectos sobre la atmósfera vienen determinados por las emisiones de distintos gases. Por un lado están los gases como el CO₂ y el CH₄ que desplazan al oxígeno y pueden hacer que la concentración de este sea menor que la mínima aceptable en atmósferas respirables correspondiente a un 17%. Además, el metano es un gas inflamable que puede llegar a producir explosiones. Debe indicarse además que ambos gases están catalogados como gases de efecto invernadero.

Los gases irritantes como el SH_2 y el NH_3 provocan problemas en los animales (enfermedades, inapetencias) que causan un descenso en la productividad; el amoníaco se oxida a nitratos y la ingestión de agua con nitratos puede ser tóxica a partir de ciertos niveles. El 91.21% del amoníaco liberado a la atmósfera en Europa (año 2000) lo hace en explotaciones ganaderas.

El último problema a reseñar es la formación de aerosoles, es decir, de pequeñas gotas de agua en suspensión respirables que pueden contener patógenos antes contenidos en los excrementos.

2.1.3.2.2 Efectos sobre el suelo

La aplicación directa de los residuos de gallinaza puede suponer cambios importantes en el suelo en cuanto a su pH, con el consecuente perjuicio que esto supone debido al empeoramiento de la estructura, y a problemas de fijación de algunos nutrientes.

La nitrificación es el proceso responsable a través de la generación de nitratos de la acidificación.

En cuanto a la materia orgánica, continuará su proceso de descomposición en el suelo si ésta es aplicada en fresco. De esta forma puede haber problemas por el aumento de temperatura, el descenso de oxígeno y la presencia de sustancias fitotóxicas, tales como el amoníaco, los fenoles y los ácidos orgánicos de cadena corta, que dificultarán la germinación de las semillas y la alimentación de la planta.

De igual forma, la aplicación directa de importantes cantidades de gallinaza puede ser perjudicial debido a que ocasiona deficiencias de magnesio, pudiendo producirse la tetania de la planta y además, conjuntamente con el fósforo, está relacionado con infecciones fúngicas.

La gallinaza en fresco en cantidades grandes produce una retención del agua en la superficie del suelo, lo que hace que la infiltración se vea impedida. Otros efectos son el aumento de salinidad (las sales ligan agua que estará así menos disponible para las plantas), la presencia de metales pesados y la transmisión de enfermedades por la presencia de patógenos (de los excrementos) en el suelo. Por último, la presencia de nitratos puede resultar peligrosa para el ser humano a través de la ingesta de alimentos vegetales con altos contenidos de este compuesto.

2.1.3.2.1 Efectos sobre las aguas

Los nitratos son los responsables de la contaminación de las aguas subterráneas debido a su solubilidad en agua, ocurriendo así el fenómeno de lixiviación, y el riesgo de contaminación de acuíferos. El amonio sin embargo, es retenido por procesos de intercambio iónico.

En el Anejo 3 del Real Decreto (261/1996), se limita la cantidad máxima a aportar al suelo de nitrógeno a 170 kg. por año y hectárea de terreno. Con esta cantidad, con los datos de composición de la Tabla 2.1 y tomando 150 g gallinaza / día, se obtiene que una granja avícola de 11000 gallinas necesitaría un terreno de 82.7 hectáreas (equivalente a de 300 campos de fútbol) para, en concepto de nitrógeno, poder cumplir los requerimientos legales aplicando sobre él todo el residuo.

En cuanto al vertido directo a las aguas, los problemas causados son varios: aumento de carga orgánica ($DBO_5=7.5$ g/día-animal), eutrofización y presencia de organismos patógenos y fecales. Los dos primeros contribuyen a la disminución del oxígeno disuelto en el agua necesario para la vida acuática. El tercer problema es el considerado más grave por su contaminación directa y potencial peligrosidad para el ser humano.

2.2 La gallinaza como residuo orgánico

2.2.1 Definición

Los residuos ganaderos son la mezcla resultante de los excrementos del ganado y del material sobre el que se recogen. Los excrementos pueden ser líquidos y sólidos y recogerse de distintas formas: si se recogen junto a la cama (vegetales, paja, serrín, etc.) se tendrá estiércol sólido, mientras que si se hace mediante lavado, como se tiende a hacer actualmente, lo que se obtendrá es un residuo semilíquido denominado purín.

2.2.2 Situación en Asturias

En Asturias se calcula, que entre gallinas y pollos, hay aproximadamente 550.000 animales (Conserjería de Agricultura del Principado de Asturias).

Con una estimación de 150 g de residuos por gallina y día, se obtiene una cantidad de aproximadamente 30000 toneladas de este particular residuo al año. El verdadero problema nace cuando estos residuos se generan en un pequeño espacio, en granjas de producción intensiva, situadas relativamente cerca de algún núcleo poblacional, circunstancia esta última habitual en general en Asturias y en particular en el Concejo de Carreño.

2.2.3 Tipos de gallinaza

Los distintos tipos de gallinaza dependen del sistema de recogida de los excrementos:

- a) En pozo. Se trata de la forma más antigua, en la cual los excrementos caen a unos canales o vías de recogida y desde ahí se transportan hacia un gran pozo de almacenaje situado en un extremo de la explotación. Cuando el pozo está lleno se

vacía su contenido, habiendo permanecido los residuos ese tiempo en condiciones anaerobias. El subproducto se obtiene con una humedad del 75-80%.

- b) En cintas. Este método, más moderno, consiste en recoger la gallinaza en unas cintas transportadoras que se moverá cuando el avicultor lo desee. Si el residuo permanece mucho tiempo dentro de la granja los niveles de amoníaco pueden ser muy elevados. La humedad del producto obtenido es algo menor (65-75%) debido al proceso de secado que experimenta de forma natural.
- c) En cintas con sistema de desecado. Como el anterior pero haciéndolo pasar por un conducto por el que se pasa una corriente de aire. Así se obtiene la gallinaza en forma de bolas, más manejable (humedad del 45-50%).
- d) En cubas. Se suele utilizar este sistema para menores producciones. Una vez el residuo se halla en las cubas estas son almacenadas en un lugar específico de la explotación esperando su destino final.

2.2.3 Composición química de la gallinaza

Dar unos valores genéricos de la composición química de la gallinaza, es una tarea realmente complicada debido a la variabilidad con la que se pueden presentar los residuos de excrementos de animales. En la tabla 2.1 se muestra la composición química de los excrementos de distintos tipos de animales.

En la composición de los excrementos o residuos orgánicos, influirá en primer lugar el tipo de animal, pero además existen otros factores externos a la naturaleza del animal como son, el tipo de alimentación del mismo, su edad, tipo de gestión que adopta el ganadero en su explotación, el clima, etc.

2.2.3.1 Volumen y composición de la gallinaza

El volumen y la composición de las deyecciones presentan una gran heterogeneidad en función del tipo de ganado, su manejo y dentro del mismo animal según la edad, alimentación, etc. Por ello los valores encontrados en la bibliografía suelen ser dispares. La Tabla 2.1 muestra datos aproximados del volumen de residuo producido por las gallinas, según Coll. D. en función del tipo de animal.

Tipo de animal	Kg de estiércol. cabeza/día
Avicultura puesta	0,2
Avicultura carne	0,1

Tabla 2.1: Cantidad de residuo generado por las gallinas (Coll, D.)

Las Tablas 2.1, 2.2, y 2.3, muestran la composición de los residuos generados por las gallinas según diferentes autores. Como se puede comprobar, en algunos de los

parámetros existen diferencias considerables, lo que nos indica que cada caso debe ser estudiado en particular.

Parámetro	Valor (Kg/Tm)
Materia seca	124-214
Materia mineral	25-74
Materia orgánica	50-68
N total	6,5-10,8
P ₂ O ₅	3,9-10,2
K ₂ O	4,4-6,4
MgO	1,3-3,0
CaO	5,3-9,7

Tabla 2.2: Composición media del estiércol licuado (purín) para aves de corral (elementos principales) (Meeus-Verdinne, K. Et al)

Parámetro	Valor (g/Tm)
Fe	305
Mn	122
B	8
Cu	12
Zn	100
Pb	0,8
As	0,22
Se	0,12

Tabla 2.3: Composición media del estiércol licuado (purín) para aves de corral, elementos presentes en estado traza (Meeus-Verdinne, K. Et al)

A pesar de esas variaciones se puede indicar que la gallinaza es rica en materia orgánica, aunque posee un menor contenido que los demás residuos ganaderos (bovino, porcino, ovino), presenta valores elevados de pH, diversos nutrientes como N y P así como Ca y Mg (la mayor parte de la cantidad de N, P y K ingerida en los alimentos va a estar presente en los residuos, los órdenes de magnitud son: 81, 88, 95% respectivamente, lo que pone de manifiesto el débil rendimiento digestivo de la gallina). El nitrógeno está en su mayor parte presente como orgánico y amoniacal. Teniendo en cuenta el aprovechamiento del purín de gallinaza como fertilizante se puede indicar que con respecto al nitrógeno, aproximadamente el 70% del mismo es nitrógeno mineral, el

20% sería asimilado por el terreno durante el año siguiente a su esparcimiento y el 10% restante se mineralizaría muy lentamente.

También se puede indicar que es el residuo ganadero más rico en materia seca y en CaO. En cuanto a los elementos presentes en estado traza, es necesario tomar nota del elevado contenido en zinc, que presentan los residuos de las gallinas.

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<i>Humedad (% sobre materia fresca)</i>	70
<i>N total¹</i>	6
<i>N orgánico¹</i>	3,2
<i>N amoniacal¹</i>	2,6
<i>N nítrico¹</i>	0,25
<i>Materia orgánica total¹</i>	66
<i>Materia orgánica fácilmente oxidable¹</i>	43
<i>pH</i>	8,4
<i>P₂O₅¹</i>	5
<i>K₂O¹</i>	3
<i>CaO¹</i>	8
<i>MgO¹</i>	2
<i>Sodio¹</i>	0,25
<i>Hierro²</i>	3000
<i>Manganeso²</i>	350
<i>Cobre²</i>	65
<i>Zinc²</i>	300
<i>Níquel²</i>	10
<i>Plomo²</i>	14
<i>Arsénico²</i>	15
<i>Cadmio²</i>	3
<i>Cromo²</i>	20
<i>Mercurio²</i>	< 0,1

(1) % sobre materia seca

(2) ppm sobre materia seca

Tabla 2.4: Características analíticas de los residuos de gallinaza (Menoyo, A.)

2.3 Tratamientos existentes de residuos ganaderos

Actualmente, existen dos técnicas posibles para el tratamiento de los residuos:

- Tratamiento o proceso biológico.
- Tratamiento o proceso físico-químico.

Se suelen utilizar ambos procesos en el tratamiento de residuos ganaderos.

2.3.1 Tratamientos biológicos

Los microorganismos son los principales protagonistas de las reacciones biológicas siendo necesario, para que éstas puedan ser llevadas a cabo, el adecuado desarrollo de los mismos. Las necesidades que tienen los microorganismos se pueden dividir en dos grupos, por un lado las básicas o sustratos, constituyen la energía necesaria para su mantenimiento y por otro el carbono, necesario para sintetizar nuevo tejido.

Aparte de estas necesidades básicas los microorganismos precisan de elementos inorgánicos tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc., así como otros nutrientes orgánicos.

Las fuentes de carbono pueden ser dos (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

- CO₂, caracterizados por los requerimientos propios de energía requeridos para la asimilación, con lo que los crecimientos son menores. Se les denomina autótrofos.
- Tejido celular, denominados heterótrofos.

En cuanto a las fuentes de energía, también se divide a los microorganismos en dos clases.

Clasificación de microorganismos en función de su fuente de energía ver la tabla siguiente:

CLASIFICACIÓN	FUENTE DE ENERGÍA	FUENTE DE CARBONO
Fotoautotróficos	Luz	CO ₂
Quimioautotróficos	Reacción inorgánica de oxidación-reducción	CO ₂
Quimioheterotróficos	Reacción orgánica de oxidación-reducción	Carbono orgánico
Fotoheterotróficos	Luz	Carbono orgánico

Tabla 2.5: Clasificación general de microorganismos

- Fotótrofos, que son aquellos que adquieren la energía de la luz.
- Quimiótrofos, que se caracterizan por proveerse de energía a través de la oxidación de diferentes sustancias químicas.

De esta forma, combinando las dos divisiones anteriores, se tendrán microorganismos heterotróficos, autotróficos, quimioheterotróficos y quimioautótrofos.

En cuanto a los nutrientes, se destacan como principales los siguientes: N, S, P, K, Mg, Ca, Fe, Na y Cl; y como menores a: Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu, Ni y W.

Para la conversión biológica los microorganismos de mayor importancia son los denominados quimioheterotróficos, es decir, aquellos que necesitan compuestos orgánicos como fuente de carbono y de energía. La conversión biológica es un proceso que transforma la materia orgánica de los residuos en un producto final estable, hecho que se consigue a través de la propia intervención de este tipo de microorganismos que consumen la materia y dejan como productos aquellos propios de su actividad metabólica.

Según el tipo de metabolismo es posible clasificar a los microorganismos en cuatro categorías diferentes (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

- Aerobio obligados. Utilizan oxígeno.
- Anóxicos. Respiratorios que hacen uso de nitratos.
- Anaerobio obligados.
- Anaerobios facultativos. A su vez según las condiciones pueden resultar fermentativos, anóxicos o aerobios y aerotolerantes que son los estrictamente fermentativos pero insensibles al oxígeno.

El metabolismo respiratorio se caracteriza por generar energía mediante el transporte de electrones desde un donante hasta un receptor externo, como el oxígeno, mediado por enzimas.

Por su parte, en el metabolismo fermentativo no participa un receptor externo, resultando menos eficaz.

AMBIENTE	RECEPTOR DE ELECTRONES	PROCESO
Aerobio	Oxígeno	Metabolismo aerobio
Anaerobio	Nitrato	Desnitrificación
Anaerobio	Sulfato	Reducción de sulfato
Anaerobio	Dióxido de carbono	Metanogénesis

Tabla 2.6: Receptores típicos de electrones en reacciones bacterianas

Se pueden establecer diferentes clasificaciones según el tipo de microorganismo. En la siguiente se dividen según el reino.

- Microflora: Bacterias, actinomicetos, hongos, mohos, levaduras.
- Microfauna: Protozoos.

Para los procesos de compostaje, y en general para todos los procesos biológicos deben ser tomados en consideración de igual forma, otros organismos:

- Macroflora: Hongos tales como champiñones y setas.
- Macrofauna: Ácaros, hormigas, termitas, miriódodos, ciempiés, arañas, escarabajos y gusanos.

A continuación se exponen las características generales de los microorganismos responsables y comunes a todos los procesos biológicos que tienen lugar en los diferentes tratamientos de residuos orgánicos:

- Bacterias. Son unicelulares. Las formas esféricas o cocos varían de 0,5 a 4 μm de diámetro; las barras o bacilos tienen una longitud de 0,5 a 20 μm , y una anchura de 0,5 a 4 μm ; las espirales o espirilos pueden ser de más de 10 μm de largo y aproximadamente de 0,5 μm de ancho. Las bacterias son de naturaleza ubicua y se encuentran tanto en ambientes aerobios como en anaerobios o ausentes de oxígeno. Por la amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos que las bacterias pueden usar para sostener su crecimiento, se utilizan las bacterias extensamente en diversas operaciones industriales para acumular productos intermedios y finales del metabolismo. Algunos ensayos sobre algunas especies distintas de bacterias indican que son aproximadamente un 80 por 100 agua y un 20 por 100 materia seca, de la cual el 90 por 100 es orgánica y el 10 por 100 es inorgánica. Una fórmula empírica aproximada para la fracción orgánica es $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$. Basándose en esta fórmula, aproximadamente el 53 por 100 en peso de la fracción orgánica es carbono. Los compuestos que conforman la porción inorgánica incluyen P_2O_5 (50 por 100), CaO (9 por 100), Na_2O (11 por 100), MgO (8 por 100), K_2O (6 por 100) y $\text{Fe}_2(\text{CO})_3$ (1 por 100). Como todos estos elementos y compuestos tienen que obtenerse del ambiente, una falta de estas sustancias limitaría y en algunos casos alteraría el crecimiento de las bacterias.
- Hongos. Se consideran como protistas multicelulares, no fotosintéticos, heterotróficos. La mayoría de los hongos tienen la capacidad de crecer en condiciones de baja humedad, que no favorecen el crecimiento de las bacterias. Además, los hongos pueden tolerar valores de pH relativamente bajos. El valor de pH óptimo para la mayoría de las especies de hongos parece ser

aproximadamente de 5.6, pero el rango factible oscila entre 2 y 9. El metabolismo de estos organismos es esencialmente aerobio, y crecen en largos filamentos, llamados hifas, compuestos de unidades celulares nucleadas que varían en su anchura de 4 a 20 μm . Por su capacidad para degradar una amplia variedad de compuestos orgánicos en una amplia gama de condiciones ambientales, los hongos son utilizados ampliamente en la industria, para la producción de compuestos valiosos, tales como ácidos orgánicos como el cítrico, antibióticos en la penicilina y enzimas tales como la celulasa. En el grupo de los hongos se distinguen otras especies llamadas levaduras, que son aquellos hongos incapaces de formar filamentos o micelios y por tanto son unicelulares. En términos de operaciones industriales de procesamiento, se pueden clasificar las levaduras como naturales y cultivadas. Por lo general, las levaduras naturales son de poco valor, pero las levaduras cultivadas son utilizadas extensamente para fermentar azúcares en alcohol o en dióxido de carbono.

- Actinomicetos. Son un grupo de microorganismos con propiedades intermedias entre bacterias y hongos. Son similares en forma a los hongos, excepto que la anchura de la célula es solamente de 0,5 a 1,4 μm . En la industria, este tipo de organismo es utilizado extensamente en la producción de antibióticos. Como sus características de crecimiento son similares, a menudo se agrupan con los hongos.

Un hecho importante a destacar en los procesos biológicos es que los microorganismos no pueden sobrevivir bajo cualquier tipo de ambiente. Por lo general cada especie tiene un rango de temperatura y pH óptimo para el desarrollo de su vida, si bien pueden sobrevivir fuera de dicho rango.

Como regla empírica, se asume que por cada 10 °C que se aumente la temperatura el crecimiento bacteriano se duplica. Así hasta llegar al punto óptimo, donde posteriores aumentos conllevarán descensos suaves en el crecimiento. Según la gama de temperaturas en que los microorganismos desarrollen su actividad, nos encontraremos ante microorganismos psicrófilos, mesófilos o termófilos.

Por otra parte, el pH requerido para el buen desarrollo de los procesos microbianos oscila entre un rango de 6.5 a 7.5, es decir en ambientes neutros. De todas formas, lo realmente conveniente es no llegar a condiciones extremas; es decir, no bajar de 4.5 o subir de 9.0. Esto se debe a que en estas condiciones las moléculas de los ácidos débiles o bases pueden dañar a la célula cambiando su pH interno, ya que entran con mayor facilidad que los hidrógenos y oxhidrilos en la misma.

Otros parámetros a controlar son la humedad, la presencia de metales pesados, amoníaco, sulfitos y tóxicos varios.

2.3.1.1 Procesos biológicos aerobios

Los procesos aerobios se caracterizan por ser llevados a cabo por microorganismos quimioheterótrofos de respiración aerobio obligada, donde el oxígeno es utilizado como receptor externo. La aplicación de cualquier proceso aerobio a residuos orgánicos se traduce fundamentalmente en nuevos compuestos orgánicos más estables junto a otros compuestos inorgánicos.

El tratamiento aerobio más comúnmente adoptado y cuya técnica está más desarrollada en el tratamiento de residuos ganaderos es el compostaje, solución elegida por este proyecto y explicada en profundidad en apartados posteriores.

2.3.1.2 Procesos biológicos anaerobios

Los procesos anaerobios se distinguen por desarrollarse en ausencia de oxígeno y el carácter fermentativo de los microorganismos responsables del proceso.

Los productos finales que resultan de la aplicación de un tratamiento biológico anaerobio a un residuo orgánico son metano y dióxido de carbono.

A continuación se explica de manera esquemática las diferentes fases comunes a todo proceso anaerobio aplicado al tratamiento de residuos orgánicos, ya que se trata de una de las alternativas más plausibles al compostaje mediante su aplicación en plantas para la producción de biogás.

El primer paso en el proceso, implica la transformación, mediada por enzimas, conocida como hidrólisis, de compuestos de masas moleculares más altas a compuestos aptos para usar como fuente de energía y tejido celular. En el segundo paso se realiza la conversión bacteriana de los compuestos resultantes de la primera etapa a compuestos intermedios identificables de masa molecular más baja. La tercera y última fase se traduce en la conversión bacteriana de los compuestos intermedios a productos finales sencillos, principalmente metano y dióxido de carbono.

Un grupo de organismos se responsabiliza de hidrolizar los polímeros orgánicos y los lípidos en unidades estructurales como ácidos grasos, monosacáridos, aminoácidos y compuestos relacionados. Un segundo grupo de bacterias anaerobias fermenta los productos descompuestos del primer grupo en ácidos orgánicos simples, el más común de los cuales en la digestión anaerobia es el ácido acético. Este segundo grupo de microorganismos, descrito como no metanogénico, está formado por bacterias anaerobias facultativas y obligadas, denominadas acidógenas.

Un tercer grupo de microorganismos convierte el hidrógeno y el ácido acético, producido por los formadores de ácidos, en gas metano y dióxido de carbono. Las bacterias responsables de esta conversión son anaerobios estrictos, llamados metanogénicos. Las bacterias más importantes del grupo metanogénico son las que utilizan hidrógeno y ácido acético. Tienen tasas de crecimiento muy lentas; en consecuencia, su metabolismo normalmente se considera limitante en el tratamiento anaerobio de residuos. La estabilización de residuos en la digestión anaerobia se lleva a cabo cuando se producen metano y dióxido de carbono. El gas metano es poco soluble, y su salida de la disolución representa una estabilización real de los residuos.

2.3.2 Tratamientos físico-químicos

Los tratamientos físico-químicos están muy extendidos en el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos contaminados, si bien tienen una aplicación menor en la gestión de residuos ganaderos.

La filtración y el secado constituyen alternativas viables para el tratamiento de la gallinaza, si bien no está muy extendido por acarrear una serie de inconvenientes, expuesto posteriormente.

2.4 Estudio de alternativas y elección de la óptima.

Las dos alternativas plausibles al tratamiento de un residuo orgánico como la gallinaza, son dos:

- 1) Tratamientos biológicos.
- 2) Tratamientos físico-químicos.

Los procesos biológicos se dividen en aerobios y anaerobios según transcurran en presencia o no de oxígeno tal como vimos en el apartado 1.3.1.

A continuación expondremos diferentes sistemas de tratamiento aplicables a un residuo ganadero como la gallinaza señalando las ventajas e inconvenientes de su aplicación con el fin de acertar en la elección del sistema adoptado de una manera racional.

La elección de la técnica a utilizar dependerá fundamentalmente de la naturaleza del residuo a tratar, y de otros factores tales como el coste, impacto ambiental de la solución adoptada, eficiencia del proceso, condiciones climáticas, presión social, etc.

La naturaleza del residuo resulta clave en los siguientes aspectos:

- Estado natural en que se presente el residuo: Sólido, líquido o en mezcla.
- Humedad del residuo si tuviera lugar, o si se presenta seco.
- Relación Carbono-Nitrógeno del residuo.

- Densidad del residuo.
- Poder calorífico del residuo.
- Composición química del residuo.
- Toxicidad del residuo.
- Peligrosidad para el medio ambiente.

2.4.1 Sistemas de tratamiento de tipo de biológico

Las dos soluciones que se proponen a estudio tanto por su eficiencia como por el grado de desarrollo logrado en la aplicación de estas técnicas son el compostaje y la biometanización o producción de biogás.

2.4.1.1 El compostaje

El compostaje es un proceso de fermentación bajo condiciones controladas que tiene por finalidad transformar la materia orgánica en compuestos estables desde el punto de vista, químico y obtener una configuración física del sustrato no variable a medio plazo. El producto final se denomina compost o material compostado (Burés, 1997).

El término fermentación puede conducir al error, pues la fermentación es un término relacionado por la química general a procesos de ausencia de oxígeno, y el compostaje ha de quedar claro, es un proceso biológico aerobio, es decir en presencia de oxígeno.

Los residuos de jardinería municipal, restos orgánicos de explotaciones ganaderas, restos orgánicos de mercados, fracción orgánica de los restaurantes, empresas agro-alimentarias y en general todos los desechos de procedencia orgánica, pueden ser tratados mediante varias técnicas de compostaje. La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite tratarlos de manera racional, económica y segura conservando los nutrientes presentes en estos residuos, aprovechándolos en agricultura. Consiste en la descomposición biológica, en condiciones controladas, aerobias y termófilas, de residuos orgánicos.

La severa legislación y normativas ambientales, apoyos y subsidios, una industria apropiada e innovadora y un mercado consciente y demandante del producto, están llevando al compost a ocupar un lugar importante para cultivos, forestaciones, espacios verdes, etc.

La producción de humus es el resultado final del compostaje. El humus es la vida del suelo y debe estar presente en él para ser fértil. Un total de sólo un uno o dos por ciento es necesario para diferenciar un suelo fértil de otro que no lo es. La mayoría de los

nutrientes de los minerales del suelo permanecerán no asimilables por las plantas en los suelos pobres o carentes de humus.

El compost, debido al humus contenido y otras propiedades, es más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos. Éstos son aplicados al suelo en un intento por incrementar el contenido de humus, pero en general esto no sucede. Los estiércoles, incorporados o en superficie, al no haber sufrido los procesos fermentativos del compostaje, pierden nutrientes, y éstos, principalmente el nitrógeno, son lixiviados contaminando gravemente las capas freáticas. Además, pueden estar contaminados con insectos, bacterias o semillas que no deberían retornar a los cultivos.

Las principales ventajas de adoptar un sistema de compostaje para valorizar residuos orgánicos como la gallinaza son las siguientes:

- Conseguir paliar el empobrecimiento gradual en materia orgánica de los suelos como consecuencia del desarrollo de los cultivos intensivos. En muchas zonas de nuestro país el suelo no posee más del 1% de materia orgánica, mientras que se considera un 2% como mínimo aceptable y un 3% como deseable. Datos proporcionados por el "Estudio sobre el aprovechamiento de las basuras, producción y utilización del compost" indican que para conseguir esos niveles se debería aportar un total de 3 Tn/Ha/año de materia orgánica durante 10 años consecutivos; teniendo en cuenta la extensión cultivable en nuestro país esto implicaría que las necesidades de materia orgánica superan los 250 millones de toneladas por año.
- Conseguir dar salida a unos residuos que de otra forma acaban en una gran cantidad de ocasiones contaminando la atmósfera y en mayor medida los suelos y acuíferos.
- Atender la aparición de nuevas necesidades de materia orgánica como consecuencia del desarrollo de los espacios verdes: parques, jardines, campos de deporte y cultivos ornamentales.
- Frenar la erosión y desertización del suelo, cada vez mayores a consecuencia de la práctica intensiva o los incendios forestales. También puede aplicarse en la recuperación de impactos ambientales por las obras públicas, como taludes de carreteras, explotaciones a cielo abierto o canteras.
- Eliminación de componentes fitotóxicos. La gallinaza si se utiliza directamente como fertilizante puede dañar a las plantas al contener estos componentes. Un

proceso de compostaje realizado oportunamente acaba con este problema al eliminar las sustancias fitotóxicas durante el proceso.

- Reintroducción en el ciclo de consumo de materiales con valor comercial.
- Creación de puestos de trabajo
- Creación de infraestructura comercial e industrial en su entorno
- Bajo impacto ambiental si las fermentaciones son aerobias e intensas
- Bajo coste si los mercados son aceptables
- Eliminar malos olores, como consecuencia de la acumulación o aplicación directa de la gallinaza como fertilizante
- Eliminar patógenos vegetales y animales de mala hierba.

La aplicación de la técnica del compostaje presenta los siguientes inconvenientes:

- Las materias de partida del compost, concretamente la fracción orgánica de la basura doméstica y lodos de depuradora, pueden contener sustancias que en altas concentraciones poseen un efecto nocivo para el suelo y las plantas, y en último término para el consumidor a través de la cadena alimenticia. En el caso de compostar residuos ganaderos este riesgo desaparece si el proceso de compostaje se realiza apropiadamente.
- Presencia de compuestos orgánicos tóxicos en el producto final o compost. Esto no ocurre si se realiza una razonable selección y preclasificación de las sustancias originales. El compostaje de residuos orgánicos urbanos como basuras, presenta este inconveniente que no comparte en ningún caso el compostaje de residuos orgánicos procedentes de explotaciones ganaderas, como es el caso de la gallinaza.
- Si el proceso no cuenta con la maquinaria adecuada o la materia orgánica de partida contiene demasiada cantidad de materia indeseada, puede darse una gran producción de rechazo, y resultar poco rentable.
- La fermentación puede producir malos olores, existiendo diferentes técnicas que minimizan este impacto de forma muy satisfactoria.
- Una planta de compostaje moderna en túneles de compostaje, de tamaño medio-grande puede suponer una fuerte inversión inicial
- Posible dificultad a la hora de comercializar el compost en actividades agrícolas, debido a la mala fama que ha supuesto para el sector la presencia de compost de mala calidad procedentes de residuos urbanos.

Queda notorio así, las grandes ventajas que suponen para el medio ambiente la adopción del compostaje en el tratamiento de residuos ganaderos, evitando un perjuicio

en forma de residuo, al tiempo que contribuye al afianzamiento de materia húmica en nuestros suelos, atajando problemas tan graves como la desertización entre otros muchos.

Es una herramienta útil en el campo de la gestión de los residuos propios de actividades ganaderas, especialmente en actividades de explotación intensiva.

La mayoría de los inconvenientes del compostaje se solucionan adoptando un proceso adecuado y una materia de partida adecuada como la gallinaza.

2.4.1.2 Metanización o producción de biogás

Con el término “biogás” se designa a la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias.

El biogás se produce en un recipiente cerrado o tanque denominado biodigestor el cual puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico. El biodigestor, de forma cilíndrica o esférica posee un conducto de entrada a través del cual se suministra la materia orgánica, en forma conjunta con agua, y un conducto de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona el biodigestor. Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan influente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

Los principales componentes del biogás son el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2). Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación en la tabla 4.1 (Werner et al 1989):

Metano, CH_4	40 - 70% volumen
Dióxido de carbono, CO_2	30 - 60
Sulfuro de hidrógeno, H_2S	0 - 3
Hidrógeno, H_2	0 - 1

Tabla 2.7: Composición del biogás

El metano, principal componente del biogás, es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. El valor energético del biogás por lo tanto estará determinado por la concentración de metano - alrededor de 20-25 MJ/m³, comparado con 33-38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).

El proceso en que se produce el biogas consta de tres etapas fundamentales que ocurren simultáneamente (Thiman 1966; López y Novoa 1991; Novoa y López 1991) las cuales se describen a continuación.

- a) Hidrólisis y acidogénesis. En esta etapa las bacterias no metanogénicas actúan sobre los componentes orgánicos del sustrato, tales como celulosa, almidones, proteínas y grasas entre otras, transformándolos por hidrólisis en compuestos orgánicos solubles. De esta forma los carbohidratos se convierten en azúcares simples; las grasas, en ácidos grasos y glicerol y las proteínas se desdoblan en polipéptidos y aminoácidos, liberando también CO₂ e H₂. Posteriormente, esos productos son convertidos a ácidos orgánicos, fundamentalmente butírico, propiónico y acético.
- b) Acetogénesis y homoacetogénesis. Los productos finales de la etapa anterior son transformados en acetato, hidrógeno y CO₂ por un grupo de bacterias que aportan aproximadamente el 54% del hidrógeno que se utilizará en la formación de metano. La función de estos microorganismos en el proceso de la digestión anaerobia es el de ser donantes de hidrógeno, CO₂ y acetato para las bacterias metanogénicas. En la homoacetogénesis ocurre igualmente la formación de acetato, pero autotróficamente, a partir de hidrógeno y dióxido de carbono. El papel que desempeñan estos microorganismos dentro de los sistemas anaerobios no está bien dilucidado. Sin embargo, su presencia evita que se pierda H₂ y CO₂ durante el crecimiento sobre compuestos multicarbonados, lo que implica eficiencia termodinámica.
- c) Metanogénesis. Es en este punto del proceso donde actúan las bacterias metanogénicas, degradando estos ácidos y alcoholes, obteniéndose como productos finales del proceso metabólico gas metano (CH₄). De todo este proceso va quedando un efluente que es el efluente líquido, mucho menos agresivo en cuanto a poblaciones bacterianas, que el efluente, el cual puede ser utilizado como bioabono o fertilizante por su riqueza en determinados nutrientes.

El tratamiento de los residuos ganaderos para la producción de biogás presenta las siguientes ventajas:

- Eliminación de un residuo, con un importante potencial lesivo para el medioambiente, a la vez que se obtiene un producto de gran valor como el biogás.

- No producen desequilibrio en la naturaleza
- Como subproducto se obtiene un efluente fermentado. El efluente es mucho menos oloroso que el afluente.
- Control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobreviven el proceso de biodigestión (Hohlfeld y Sasse 1986). En condiciones de laboratorio, con temperaturas de 35 °C los coliformes fecales fueron reducidos en 50 – 70% y los hongos en 95% en 24 horas (Marchaim 1992).
- El biogás puede ser utilizado como combustible para motores diesel y a gasolina, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un generador. En el caso de los motores diesel, el biogás puede reemplazar hasta el 80% del gasóleo, (la baja capacidad de ignición del biogás no permite reemplazar la totalidad en este tipo de motores que carecen de bujía para la combustión). Aunque en los motores a gasolina el biogás puede reemplazar la totalidad de la misma, en general en los proyectos a nivel agropecuario se le ha dado preferencia a los motores diesel considerando que se trata de un motor más resistente y que se encuentra con mayor frecuencia en el medio rural.
- La producción de electricidad mediante biogás es una energía limpia que contribuye a la reducción del efecto invernadero, renovable, pues puede considerarse como inagotable debido a la gran cantidad de residuos orgánicos generados en nuestros días.

Por el contrario la producción de biogás presenta los siguientes inconvenientes:

- El valor energético del biogás está determinado por la concentración de metano - alrededor de 20 – 25 MJ/ m³, e inferior comparado con 33 – 38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).
- El biogás es un gas combustible y, por ello, puede dar lugar a incendios.
- El proceso anaerobio de producción de biogás, suele ir acompañado de un proceso de compostaje, para el tratamiento de los lodos purgados.
- Las instalaciones necesarias para la producción de biogás, son más caras y complejas en comparación a otras alternativas en el tratamiento de residuos orgánicos como el compostaje.
- Mayor requerimiento de una infraestructura de mantenimiento para una planta de este tipo que para el compostaje.

- Necesidad de inversión en infraestructura para evitar la aparición de malos olores en las inmediaciones de la planta.
- Necesidad de grandes cantidades de gallinaza para asegurar la viabilidad del proyecto.

La biometanización constituye una de las alternativas más interesantes para el tratamiento de los residuos orgánicos, al obtener biogás, un producto de alto valor añadido, si bien presenta el inconveniente de la necesidad de una fuerte inversión y una instalación y mantenimiento de cierta complejidad técnica. Además los lodos purgados en última instancia deben ser sometidos a un posterior compostaje.

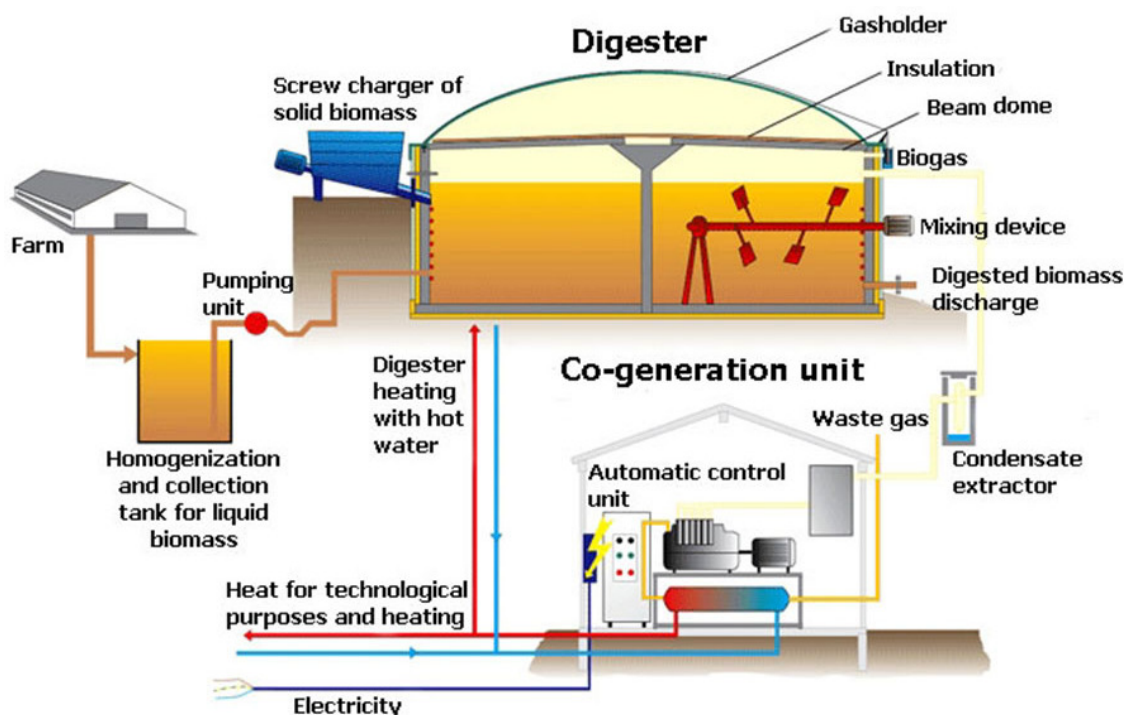


Figura 2.1: Esquema funcionamiento de una planta anaerobia para tratamiento de purines

2.4.2 Tratamientos físico-químicos

Los tratamientos físico-químicos, tan utilizados en ámbitos de depuración de aguas residuales, lodos y gases contaminados, no son habitualmente empleados en la gestión de residuos ganaderos, con la excepción del secado y el filtrado.

2.4.2.1 Secado

Tras la aprobación del RD 2818/1998, de 23 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, se planteó reducir el volumen de los purines de cerdo por medio de secado empleando fuentes de calor externas, en concreto se crearían

centrales termoeléctricas que utilizarían gas natural y producirían energía eléctrica, siendo el vapor generado o los gases de escape, utilizados para el secado de los purines.

La energía eléctrica generada de esta manera recibiría una prima. Un problema a tener en cuenta en este caso es la necesidad del tratamiento de los gases efluentes, ya que contienen abundante amoníaco (a no ser que el purín sea tratado previo al secado con ácido sulfúrico, lo que podría dar lugar a otro tipo de problemas; esta técnica se está abandonando actualmente en Austria, pionera de dicho tratamiento) y compuestos orgánicos volátiles.

Otros sistemas indican conveniente para evitar el problema del amoníaco un calentamiento previo del purín, sólo hasta punto de ebullición, para producir la evaporación del amoníaco, recogiendo sobre sulfúrico, obteniendo como producto resultante sulfato amónico en forma líquida, el cual posteriormente podría ser cristalizado.

A continuación se encontraría la unidad de secado propiamente dicha que debería incluir un sistema de condensación de gases y biofiltración.

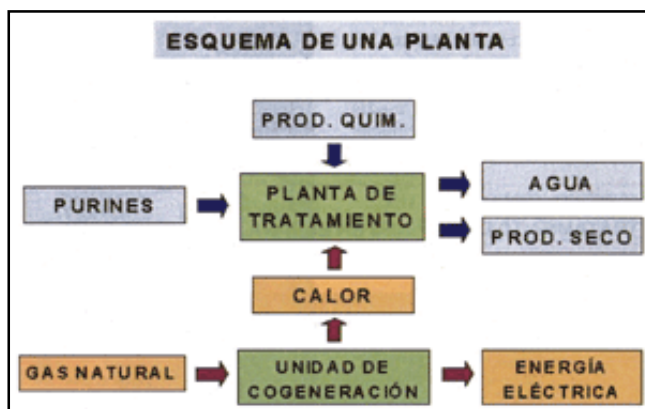


Figura 2.2: Esquema de una planta de secado

Existen diferentes ingenierías que han diseñado plantas para el tratamiento de residuos de cerdo, como Sener Grupo Ingeniería, Sinae, OPSI, ROS-ROCA, etc., mediante este procedimiento.

En el Proceso Valpuren de SGT SENER se propone un tratamiento anaerobio para los purines de cerdo previo al secado.

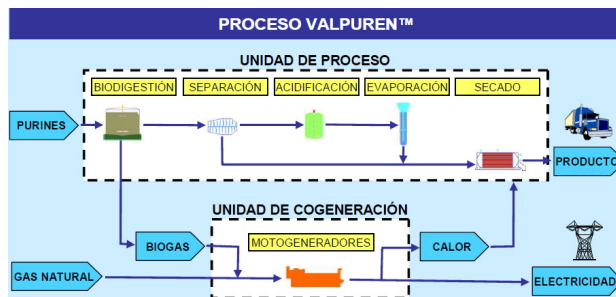


Figura 2.3: Proceso Valpuren de SENER

SINAE Medio ambiente, para el caso de residuos de porcino, propone después de que el purín se somete a una separación de fases mediante un Compacter, pasar la fracción líquida a un evaporador; la fracción sólida obtenida en el evaporador junto con la fracción sólida obtenida en el Compacter se someterían a un proceso de secado.

ROS-ROCA propone sólo un secado de la fracción sólida obtenida del separador de fases, enviando el líquido a un tratamiento biológico aerobio.

Por otro lado en el año 2000, se constituyó en Barcelona la Asociación de Empresas para el Desimpacto Ambiental de los Purines (ADAP) promovida por un grupo de empresas implicadas en el tratamiento de purines. Los miembros de la Asociación son: Corporación AGE, Guascor Explotaciones Energéticas, Ros Roca, Sener Grupo de Ingeniería, Sinae Energía y Medio Ambiente. En la actualidad, las empresas asociadas a la ADAP mantienen en funcionamiento las plantas de tratamiento de purines ubicadas en Masies de Voltregà (Girona), Alcarràs (Lleida), Hornillos de Eresma (Valladolid), Agreda (Soria) y Juneda (Lleida), además de contar con instalaciones en construcción en Santa María de Corcó (Barcelona), Altorricón (Zaragoza), Turégano (Segovia), Langa de Duero (Soria), Zaidín (Huesca), Los Rábanos (Soria), Guardo (Palencia) y Lorca (Murcia). En fase de proyecto existen otros 17 proyectos repartidos en distintas localidades de Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Murcia y Valencia.

Una planta-tipo supone una inversión de entre 16,2 millones de euros, 2.700 millones de pesetas, y 18 millones de euros, 3.000 millones de pesetas. Tiene una potencia instalada de 15 MW, una capacidad de tratamiento de 110.000 toneladas de purines/año y genera anualmente 7.000 toneladas de producto fertilizante para la agricultura.



Figura 2.4: Plantas de tratamiento de purines en España.

Por último, indicar que el proceso de cogeneración, con los beneficios asociados a la coyuntura actual para el caso de los purines de cerdo, no es un tratamiento, es un medio para hacer económicamente asequibles aquellos procesos cuyo limitante sea el aporte de energía térmica. Dado que la coyuntura económica es, o puede ser cambiante, la estrategia prioritaria de tratamiento, que haya puesto de manifiesto el plan de gestión, ha de tener un peso específico elevado en el proceso de toma de decisiones, con vistas a tender a sistemas sostenibles

Por otro lado, en los tratamientos dirigidos al secado de purines, una digestión anaerobia previa aporta parte de la energía térmica necesaria para el proceso, posibilitando un margen de maniobra para conseguir costes de producción menos sensibles a la variación de precios del gas natural, contribuyendo por otro lado a minimizar los problemas asociados a la volatilización de compuestos orgánicos, que son previamente reducidos a biogás; contribuye también a la mineralización y estabilidad del producto final.



Figura 2.5: Planta para la eliminación de purines de cerdo, transformándolos en abono y generando electricidad.

La deshidratación de los residuos ganaderos presenta las siguientes ventajas:

- Generación de biogás a partir de residuos orgánicos potencialmente contaminantes.
- Aprovechamiento del biogás para transformación en corriente eléctrica mediante

grupos termoeléctricos.

- Obtención de compost.
- Evita el vertido incontrolado de residuos orgánicos con el potencial poder contaminante sobre ríos.
- Evita la contaminación de suelos y acuíferos por posibles abandono incontrolado de este tipo de residuos orgánicos.
- La producción de electricidad mediante biogás es una energía limpia que contribuye a la reducción del efecto invernadero, renovable, pues puede considerarse como inagotable debido a la gran cantidad de residuos orgánicos generados en nuestros días.

La deshidratación de residuos ganaderos presenta por el contrario los siguientes inconvenientes:

- El valor energético del biogás está determinado por la concentración de metano - alrededor de 20 – 25 MJ/ m³, e inferior comparado con 33 – 38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).
- Necesidad de una gran inversión en maquinaria y procesos de gran complejidad técnica.
- El RD 2818/1998, de 23 de Diciembre, prima la energía eléctrica producida a partir de purines de cerdo exclusivamente. La producción de energía eléctrica a partir de gallinaza no sería primada.
- Los gases efluentes deben ser sometidos a tratamiento debido a su alto contenido en amoníaco.
- Mayor requerimiento de una infraestructura de mantenimiento para una planta de este tipo que para el compostaje.
- Necesidad de inversión en infraestructura para evitar la aparición de malos olores en las inmediaciones de la planta.

2.4.2.2 Filtrado

En el tratamiento de residuos ganaderos, para la separación de fases, es ampliamente utilizado el sistema tornillo-prensa que es un sistema simple que obtiene una fracción sólida, con un determinado grado de sequedad, y una fracción líquida.

Consiste en la acción de un tornillo sin fin que gira en el interior de una criba. El material se desplaza horizontalmente. Los sólidos son expulsados por el tornillo y los líquidos pasan por la criba. La eficacia de separación sólido/líquido varía en función del paso de la criba y puede oscilar entre el 25 y el 80% del sólido total. Para un tamaño de

criba comprendido entre 0,75 mm y 0,5 mm, el porcentaje de sólidos eliminados oscilará entre el 67-79%.

También podría ser utilizado el filtro banda que se basa en el principio de presión de filtración mecánica. Consta de dos cintas de tela sin fin que convergen en forma de cuña, y son conducidas por rodillos mientras se presionan mutuamente. Normalmente se utilizan coagulantes o floculantes. La fracción sólida presenta una sequedad entre el 15 y el 25%.

Otro tipo de filtro empleado es el filtro prensa. Básicamente consiste en un cierto número de bandejas, que están colocadas sobre unas guías para garantizar la alineación, siendo sometidas todas juntas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre un extremo fijo y uno móvil. En la cara de la bandeja, va montada una membrana filtrante. La prensa está concebida para obtener concentraciones de salida óptimas entre 25 y 45% de materia sólida.

El sistema de filtrado, en cualquiera de sus variantes no constituye un tratamiento integral para los residuos orgánicos ganaderos sino un tratamiento previo común a diferentes sistemas de gestión de los residuos orgánicos. Se descarta de esta manera, la adopción de este sistema de tratamiento para este Proyecto.

2.4.3 Uso directo de la gallinaza como abono

El uso de los excrementos animales como fertilizante de los suelos es casi tan antiguo como la existencia de la agricultura. Residuos ganaderos como la gallinaza, presentan unas propiedades fertilizantes innegables por su contenido en nitrógeno, fósforo y minerales.

El suelo es capaz de asimilar una determinada cantidad de gallinaza, limitada principalmente por el contenido en nitrógeno, por encima de la cual se ve perjudicado. Hasta bien entrado el siglo veinte, nuestra tierra no sólo era capaz de asimilar sin problemas los excrementos de los animales domésticos, sino que además se beneficiaba de ellos. El problema surge con la aparición de las granjas de producción intensiva, generándose una cantidad de residuos incapaz de ser asimilados por nuestros suelos. El problema es especialmente grave en las inmediaciones de las granjas, con el peligro de formación de lixiviados que contaminen nuestros acuíferos, (ver apartado 1.1.3.2 sobre impacto ambiental). Por otra parte nuestra legislación limita la cantidad máxima de estiércol a verter a la que contenga menos de 170 kg de nitrógeno por hectárea y año.

El uso directo como abono de los residuos de gallinaza, (se podría generalizar a otros residuos de animales) consiste en la aplicación 'en fresco' del residuo tal y como sale de la granja, ya sea en forma sólida o en forma de purín.

Existen tres formas de vertido: aplicación directa, inyección y riego (Menoyo, 1995). Uno de los objetivos que se persigue en todos los casos es minimizar las pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco (en aplicación directa el residuo es enterrado lo antes posible).

El gran problema reside en establecer la dosis adecuada, ya que si el suelo fuese capaz de absorber todos los residuos, no habría apenas problemas. También resulta de interés la época del año en que se vierte, ya que la gallinaza en fresco no causará los mismos problemas a lo largo de todo el año. Lo conveniente es hacerlo cuando las plantas se encuentran en el periodo de mayor necesidad de nutrición, ya que será en este momento cuando más retengan los nutrientes, y serán menores los índices de lixiviación.

2.4.4 Elección del sistema de tratamiento óptimo

El futuro del tratamiento de los residuos orgánicos en general, y de los residuos ganaderos en particular reside en la aplicación de procesos de tipo biológico como el compostaje y la biometanización o producción de biogás.

La elección del compostaje como solución al problema de los residuos de las explotaciones avícolas del concejo de Carreño e inmediaciones, frente a la biometanización responde a las siguientes razones:

- Necesidad de menor inversión frente a otras alternativas como la metanización o el secado
- Menor complejidad técnica.
- La tecnología del compostaje es más adecuada para el tratamiento de residuos sólidos.
- Ausencia de peligros como explosiones e incendios que la biometanización comporta, y necesidad por tanto de menor inversión en materia de seguridad y prevención de riesgos.
- Los lodos purgados en el proceso de biometanización debe ser sometidos a un posterior tratamiento de compostaje.
- Ausencia de primas en la generación de electricidad a partir del biogás obtenido con gallinaza (RD 2818/1998, de 23 de Diciembre), aumentando los costes de explotación de una hipotética planta de secado.
- El compost de gallinaza, procedente de un proceso de compostaje estricto presenta una gran calidad, tanto por su acción fertilizante como por la ausencia de patógenos y otras sustancias indeseables.

- El compostaje al igual que la biometanización están encuadradas según todas las Directivas Europeas como tecnologías limpias, siendo fomentadas por el seno de la Unión Europea bajo la concesión de importantes ayudas, que facilitan enormemente la apertura de una Planta de Compostaje.

2.5 El compostaje

2.5.1 Generalidades

El proceso de compostaje es un proceso consistente en la degradación de la materia orgánica bajo condiciones controladas que tiene por finalidad transformar la materia orgánica en compuestos estables. El producto final se denomina compost o material compostado.

Atendiendo a lo visto en el apartado anterior, sería recomendable hacer un cambio en la definición precedente. Hablar de 'fermentación' es hablar de anaerobismo, de forma que sería más apropiado decir "oxidación biológica", "degradación biológica" o algún término equivalente. El error, de forma, es bastante habitual en la bibliografía.

2.5.1.1 Criterios de calidad

La legislación vigente exige unos criterios mínimos de calidad para el compost, recogidos en el Real Decreto 72/1988 de 5/2/88 sobre fertilizantes y afines, modificado por el Real Decreto 877/1991, sobre ordenación y control de fertilizantes y afines; por otro lado la orden de 28/5/98 desarrolla el Real Decreto de ordenación y control de fertilizantes.

Principio activo	Niveles admisibles
Materia orgánica	> 25 s.m.s
Humedad	< 40%
Granulometría	90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm
Tamaño partículas de inertes	<10 mm.
Cadmio	< 10 mg/kg
Cobre	< 450 mg/kg
Níquel	< 120 mg/kg
Plomo	< 300 mg/kg

Zinc	< 1.100 mg/kg
Mercurio	< 7 mg/kg
Cromo	< 400 mg/kg

Tabla 2.8. Exigencias para el compost según normativa vigente

El compost procedente de materia orgánica animal como la gallinaza, cumple con todas las exigencias impuestas por la normativa vigente, pues resulta ser sin ninguna duda el compost de mayor calidad posible, si el proceso de fermentación y maduración se realizan adecuadamente. El compost procedente de residuos urbanos, puede presentar con frecuencia valores límite en concentración de metales pesados, y resulta ser en cualquier caso un compost de menor calidad.

En el Plan Nacional de Residuos Urbanos, se fija el Programa Nacional de Compostaje. En él se indica que se establecerá un programa de mejora de la calidad del "compost" producido en consonancia con la propuesta de Directiva de la Unión Europea, incluyendo una norma de calidad agronómica del "compost", a redactar entre los Ministerios de Medio Ambiente de Agricultura, Pesca y Alimentación.

El problema aparece en los residuos sólidos urbanos, donde los componentes orgánicos compostables se encuentran mezclados con otros residuos, dando como resultado una calidad dudosa del compost; elementos inertes como el vidrio, plástico, metales, etc., pueden liberar tóxicos, entre los que se encuentran, metales pesados.

Uno de los alicientes del empleo del compost por parte de agricultores en la plantación de sus cultivos, es la posibilidad de obtener una etiqueta ecológica, concedida por la Unión Europea, siempre y cuando no se hayan empleado fertilizantes inorgánicos que pueden dañar el equilibrio de los suelos y contaminar las aguas subterráneas.

Además estas sustancias inorgánicas nocivas, pueden pasar al producto final, y en último término a los seres humanos.



Figura 2.6.: Logotipo de la etiqueta ecológica Europea

La “etiqueta ecológica europea” (EEE) es de carácter voluntario y abarca a todos los países de la Unión Europea, siendo reconocida, por tanto, en cualquiera de los países miembros. Está regulada por el Reglamento CEE 880/92 del Consejo, y tiene como objetivos principales:

- Promover el diseño, la producción, la comercialización y la utilización de productos que tengan repercusiones reducidas en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida.
- Proporcionar a los consumidores mejor información sobre las repercusiones ecológicas de los productos.

En la Decisión de 14 de noviembre de 1994, se define "enmiendas orgánicas" como aquellos materiales vendidos como productos de marca a aficionados a la jardinería para ser incorporados al suelo principalmente para mejorar sus propiedades físicas y/o biológicas sin producir efectos nocivos. Para hacerse acreedoras de la etiqueta ecológica, las enmiendas del suelo deben cumplir todos los criterios especificados a continuación:

a) Procedencia del producto

Sólo se concederá la etiqueta ecológica a las enmiendas del suelo cuyo contenido orgánico proceda de la materia derivada del tratamiento o reutilización de materiales de desecho.

b) Etiquetado

El envase de estos productos deberá mostrar la siguiente información:

- Nombre y dirección de la organización encargada de la comercialización.
- Un descriptor que identifique el tipo de producto, incluyendo la expresión "enmienda orgánica".
- Recomendaciones de almacenamiento.
- Fecha límite de uso.
- Código del lote de fabricación.
- Destino o aplicación del material.
- Integrantes principales; aquellos cuya composición supere el 10% en volumen en la fabricación del producto.
- Modo de empleo.
- Dosis de aplicación (expresada en Kg. o litros de producto por m²).
- Directrices de seguridad en el manejo del producto.

c) Características del producto

Para la concesión de la etiqueta ecológica las “enmiendas del suelo” deben cumplir los siguientes requisitos:

- Todos los productos se presentarán en estado sólido y contendrá como mínimo un 25% en peso de materia sólida.
- Se especificará la frecuencia mínima de aplicación de manera que aporte como mínimo 500 g. de materia orgánica (peso seco) por m² de tierra.
- Los productos no afectarán de manera adversa la germinación o crecimiento de las plantas en la prueba definitiva de crecimiento.

d) Degradación del suelo y contaminación de las aguas

Ningún producto superará, siempre que las dosis de aplicación y su frecuencia sean las adecuadas, el índice medio anual de adición de sustancias tóxicas que pueda aplicarse durante un período de 10 años, tal como se indica en la tabla siguiente:

Elemento	mg/kg
Zn	300
Cu	75
Ni	50
Cd	1,5
Pb	140
Hg	1
Cr	140
Mo(*)	2
Se(*)	1,5
As(*)	7
F(*)	200

Tabla 2.9: Índice medio anual de adicción de sustancias tóxicas(Hontoria y Zamorano,2000)

(*) *Datos analíticos aplicables solamente a los productos que contengan sustancias procedentes de procesos industriales, residuos municipales y lodos de aguas residuales.*

Los productos no deberán contener ingredientes que hayan sido tratados con lindane, cipermetrina o promecarb.

e) Carga de los nutrientes

Cuando se utilicen de acuerdo con las recomendaciones de uso, los productos no deben superar las cargas máximas de nutrientes siguientes:

- 8 g/m² de nitrógeno total.
- 6 g/ m² de P₂O₅.
- 12g/ m² de K₂O.

Los productos quedarán exentos de este requisito si en la primera estación en que se aplican se dispone de menos del 10% en volumen del contenido de nutrientes para el crecimiento vegetal. Estos productos (por ejemplo, muchas cubiertas vegetales) se definen como los que tienen una relación C:N superior a 30:1 (Hontoria y Zamorano, 2000).

f) Sanidad y seguridad

Los productos no superarán los niveles máximos de patógenos primarios establecidos en la tabla siguiente:

Material seco	
Salmonella	Ausente en 25 gramos
E.coli	<1000 /gramo

Tabla 2.10: Niveles máximos de patógenos primarios en las enmiendas orgánicas (Hontoria y Zamorano, 2000)

g) Molestias

Deben cumplirse los siguientes requisitos como condición indispensable a la concesión de la etiqueta ecológica:

- Los productos no producirán olores ofensivos persistentes tras su aplicación al suelo.
- Los productos no contendrán fragmentos de vidrio, cable, otros metales o plásticos duros que puedan constituir un riesgo para la salud humana.
- Los productos no introducirán en el suelo un número importante de semillas de hierbas o partes vegetativas reproductoras de hierbas agresivas.

h) Métodos de pruebas y análisis

Los métodos de prueba y análisis de metales pesados deberán ser conformes a lo dispuesto en la Directiva 86/278/CEE. En caso que no existan métodos internacionalmente reconocidos de análisis físico y microbiológico de las enmiendas de suelo, el método de prueba será responsabilidad de los Estados miembros.

2.5.2 Criterios de ubicación

La instalación de una planta de compostaje estará condicionada por una serie de factores, fundamentalmente de tipo ambiental, y económico:

- Situación estratégica respecto de las poblaciones o focos productores de los residuos.
- Se deberá mantener fuera de las zonas de influencia de los núcleos urbanos y de los espacios naturales protegidos.
- Instalación en terrenos con una hidrogeología apropiada, impermeables o de baja permeabilidad y con ausencia de acuíferos de entidad.



Figura 2.7: Foto de la planta de compostaje sita en Alhendín (Granada)

2.5.3 Estabilización del compost

La estabilidad del compost obtenido está definida por las características de olor, humedad, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico, etc.

La no estabilización del compost provoca una tasa elevada de actividad microbiana, que se detecta por respirometría. La medición de la tasa específica de emisión de oxígeno (TEEO) da una aproximación de la actividad microbiana y, por tanto, del grado de estabilidad.

Existen diferentes tipos de compost según sea el grado de maduración del mismo:

- Compost fresco. Se ha producido la fase termófila, habiéndose eliminado los patógenos. No conviene aplicar a los cultivos, sino más bien al suelo entre cosechas.
- Compost. Se obtiene tras la fase de maduración. Puede utilizarse sobre el cultivo, aunque conviene no aplicarlo directamente sobre las raíces.
- Compost curado. Altamente estabilizado (prolongado proceso de humificación y mineralización). Se puede emplear en cualquier situación y está comprobado científicamente como el compost que presenta unas propiedades más beneficiosas para el suelo y plantas.



Figura 2.8: Pilas de compost en proceso de estabilización

Por otro lado, un proceso de compostaje bien diseñado, convierte los materiales entrantes en productos seguros para su uso; no los esteriliza, por lo que aporta una comunidad microbiana activa, que proporciona beneficios a los suelos pobres.

Parece que ha habido dificultad para evaluar el nivel de higienización basado en pruebas del producto. Ello supone utilizar organismos indicadores como coliformes, enterococos o clostridios y hace que en la elaboración del compost se compagine la temperatura con el tiempo de exposición.

En la Unión Europea algunos investigadores recomendaron en 1987 que los coliformes fuesen menores de 500 UFC/gramo y menores de 5.000 UFC/gramo de enterococos. Esto se consigue con temperaturas de 60 grados durante más de dos días.



Figura 2.9: Pila de compost estabilizado

2.5.4 Usos del compost

Una de las vías más importantes de recuperación de los suelos agotados como consecuencia del cultivo intensivo es la utilización de materia orgánica para aplicarla sobre los mismos. Las fuentes naturales de materia orgánica que tradicionalmente más se han utilizado han sido el estiércol y las turbas. El estiércol aplicado en fresco puede generar importantes impactos ambientales, y las turbas son cada vez más escasas y caras, además de poseer peores propiedades como fertilizante. Se han tenido que buscar soluciones alternativas, de coste asequible y calidad elevada como el compost procedente de residuos orgánicos, con el fin de satisfacer las necesidades actuales de materia orgánica de nuestros suelos.

Gil Franco, Rosana, (1997) afirma en Residuos, que las ventajas que presenta el uso del compostaje se resumen en los siguientes aspectos:

- El empobrecimiento gradual en materia orgánica de los suelos es consecuencia del desarrollo de los cultivos intensivos. En muchas zonas de nuestro país el suelo no posee más del 1% de materia orgánica, mientras que se considera un 2% como mínimo aceptable y un 3% como deseable. Datos proporcionados por el "Estudio sobre el aprovechamiento de las basuras, producción y utilización del compost" indican que para conseguir esos niveles se debería aportar un total de 3 Tn/Ha/año de materia orgánica durante 10 años consecutivos; teniendo en cuenta la extensión cultivable en nuestro país esto implicaría que las necesidades de materia orgánica superan los 250 millones de Tm por año.
- La aparición de nuevas necesidades de materia orgánica como consecuencia del desarrollo de los espacios verdes: parques, jardines, campos de deporte y cultivos ornamentales.
- La lucha frente a la erosión y desertización del suelo, cada vez mayores a consecuencia de la práctica intensiva o los incendios forestales. También puede aplicarse en la recuperación de impactos ambientales por las obras públicas, como taludes de carreteras, explotaciones a cielo abierto o canteras.
- La mejora de las técnicas de compostaje, que permite eliminar de la basura una serie de materiales recuperables y dejar un resto fermentable del que se puede obtener un producto de mayor calidad agronómica.

De forma general el compost se puede utilizar en los siguientes casos:

- Mantener un nivel húmico de la tierra, sobre todo en los terrenos destinados a cultivos intensivos y monocultivo.
- Lucha contra la erosión. En estos casos se usan en cantidades masivas.

- Cama para el cultivo de setas. Se utiliza en una proporción que se encuentra entre el 15 y 20% del substrato.
- Recuperación de terrenos improductivos, en dosis masivas que pueden ser superiores a las 1.000 Tn/Ha.

En España y Europa los usos a que se viene siendo destinado son, principalmente:

- Cultivo del viñedo. Es el principal consumidor de compost con más de la mitad de la producción.
- En horticultura, sobre todo en el área mediterránea y Canarias. En este campo es el segundo consumidor.
- Cultivo de cítricos de Castellón y Valencia.
- Cultivo del almendro.
- Cultivos intensivos como los cereales de invierno en Andalucía.
- Cultivo de la remolacha azucarera. Su uso aumenta la producción unitaria y la riqueza de azúcar.

Para hacerse una idea de la fuente de riqueza que tiene la aplicación del compost se van a analizar unas cifras. Datos del Plan Nacional de Residuos nos indican que en el año 1996 la producción de residuos urbanos fue de 17.175.186 Toneladas; de estas, 7.567.387 Tn correspondió a la fracción de materia orgánica que forma parte de estos residuos. En el caso de que se aprovecharan la mayor parte de las basuras que se producen en España, se obtendrían unos 4 millones de Tn de compost, que dado su contenido en materia orgánica del 40% equivaldría a 1'6 millones de Tn de este compuesto biodegradable. A estas cantidades se le deberían añadir 1 millón de toneladas que serían previsibles del compost procedente de los fangos de las depuradoras y otra cantidad imposible de estimar del compost de residuos vegetales y de industrias agropecuarias.

En el Plan Nacional de Residuos Urbanos se fijan como objetivos que deben alcanzarse en lo que se refiere a compostaje:

- Tratamiento del 40% de la materia orgánica de los residuos urbanos al final del año 2.001 mediante técnicas de compostaje
- Se alcanzará el 50% de dicha fracción a finales de 2.006
- Se pretende llegar al compostaje del 24'2% del total de los residuos urbanos en el 2.006 mediante el procesado de la materia orgánica limpia, sin otros materiales e impurezas.

- Apoyo a la valorización de la materia orgánica de los residuos urbanos mediante sistemas de biometanización o similares, de forma que se trate por estas técnicas, al menos, un 2% de la misma al final de año 2.001 y al menos un 5% en el 2.006.
- Mejora del rendimiento en la obtención del compost de las plantas de compostaje existentes, adaptando las que no alcancen la calidad del compost establecida en la norma de calidad de la propuesta de Directiva de la Unión Europea
- Promoción del uso comercial del compost que reúna las características técnicas exigidas en la Norma citada tanto en explotaciones públicas como privadas.

Cabe destacar el estudio realizado por De Fraja F.E y Vismara R. (1996), a encargo de la Unión Europea sobre el futuro del compostaje en la Unión Europea, cuyo resultado se puede resumir en los siguientes aspectos:

- El compostaje es una solución apropiada de estabilización de la materia orgánica, siempre que se adoptan tecnologías simples.
- Se puede obtener un producto de calidad, siempre que los desechos sean separados en la fuente y asegurándose que no contienen materias indeseables.

Los residuos no separados en la fuente, no son aceptables para la producción de compost, y los de mayor ventaja son:

- Residuos de mercados (frutas, verduras), de plantas de procesamiento de alimentos, restaurantes, mataderos, parques y jardines.
- Biosólidos de depuradoras rurales, de industrias agroalimentarias, textiles, papel o de ganados estabulados.
- Fracciones orgánicas domésticas, obteniéndose un compost de calidad menor a los procedentes de residuos orgánicos de origen animal.

Por último decir que el Comité de Estándares Europeos da dos clases de compost:

1. Mejoradores del suelo, que son de media calidad.
2. Medio de crecimiento, que son de alta calidad.

2.5.5 Comercialización del compost

Gil Franco, R., 1997 (Área de Reciclaje de Residuos. Fundación CEIA. Centro de Desarrollo Tecnológico. Álava) ha analizado las numerosas ventajas que puede presentar el compost concluyendo que su comercialización se encuentra con una serie de problemas ligados a la familiarización de la utilización de los abonos minerales en las últimas décadas y que pueden resumirse en:

- Desconocimiento, ya que se trata de un producto poco conocido o que se confunde con otros tipos de materia orgánica.

- Aparición de productos orgánicos de mala calidad, que rápidamente han desaparecido del mercado, lo cual ha creado mala fama hacia estos materiales. Esto ha creado una mala fama hacia el compost como consecuencia de la aplicación de algunos de baja calidad o con contenidos en metales pesados que sobrepasaban los límites permitidos.
- Precio; los precios de los fertilizantes se basan en el contenido de elementos minerales. El compost posee una baja riqueza en nutrientes y con este criterio los precios pueden ser poco rentables. Es difícil valorar económicamente la materia orgánica debido a que los efectos beneficiosos no son apreciables en primera instancia.

Se indica también que para fomentar el uso del compost es necesaria una información a todos los posibles sectores implicados sobre la conveniencia de la utilización de abonos orgánicos, venciendo las reticencias anteriormente citadas. La experiencia muestra que este es uno de los factores fundamentales a la hora de conseguir su uso generalizado.

La agricultura ecológica supone la obtención de productos agrarios con la utilización de una serie de técnicas de producción sin la intervención de agroquímicos, pesticidas ni abonos industriales, y cuando se trata de producciones en regadío, sin el empleo de aguas contaminadas. En España sólo un 1% del total de las producciones agrarias se encuentran actualmente acogidas a la denominación de agricultura ecológica, aunque está llamada a extenderse, en gran medida por las campañas de subvenciones y sensibilización emprendidas por la Unión Europea años atrás. Esto supondría la apertura de puertas a la comercialización del compost, cuya utilización en detrimento de los tradicionales fertilizantes minerales inorgánicos, resulta indispensable para la concesión de la etiqueta ecológica. Igualmente la agricultura intensiva hortícola y frutícola, los semilleros y cultivos forzados de invernadero son mercados potenciales para el compost.

2.5.6 Procesos de elaboración del compost

La finalidad de un proceso de compostaje es obtener un producto final estable a partir de la materia orgánica. Se realiza mediante procesos de conversión biológica.

2.5.6.1 Recepción

A la entrada a planta existe un sistema de control y pesaje de materiales, tanto para los residuos de entrada como para los productos y subproductos de salida. De esta forma se tiene conocimiento del balance de residuos de la instalación.

Se dispondrán zonas de recepción para los materiales cuya capacidad dependerá del volumen de residuos orgánicos tratados. El sistema de alimentación desde la zona de recepción a la etapa de tratamiento se lleva a cabo normalmente mediante pala cargadora y tolvas de alimentación.

2.5.6.2 Clasificación y homogeneización

La clasificación tiene la finalidad de:

- Separar los materiales susceptibles de reciclaje
- Limpiar la materia orgánica fermentable de elementos no deseables para el compost.

Para conseguir estos objetivos se lleva a cabo en primer lugar una separación manual de voluminosos que se realiza por triaje manual. A continuación se utilizan, si fuere necesario sistemas mecánicos consistentes en cribas (trommel), cintas transportadoras y separadores mecánicos o electromagnéticos, así como un triaje manual para llevar a cabo una clasificación de los residuos que pueden ser reciclados.



Figura 2.10: Clasificación de materiales en un trommel

En general la maquinaria precisa para realizar la tarea de homogeneización y clasificación, es más compleja y necesita pues de mayores costes de inversión, para el tratamiento de residuos urbanos. Los residuos orgánicos ganaderos contienen normalmente una baja cantidad de materiales indeseados, y no es necesaria la fase de clasificación y homogeneización.

La homogeneización consiste en lograr la granulometría adecuada para favorecer el proceso de fermentación. En ocasiones se procede a una trituración previa a la clasificación, pero se ha comprobado que esto no es adecuado en presencia de algunos materiales como el vidrio y plásticos que al triturarse, son difíciles de separar y se quedan en el compost, contaminándolo y dando mala calidad.

En la actualidad esta fase se lleva a cabo según los pasos siguientes:

- a) Selección previa de objetos voluminosos

- b) Cribado (aproximadamente entre 60 y 100 mm de diámetro) a partir de la cual se obtiene lo que se denomina el "hundido de trommel" que es fundamentalmente materia orgánica y va a fermentación. La fracción con tamaño superior al paso del trómmel irá a una línea de recuperación de materiales con destino a reciclaje, si fueran valorizables.

Los sistemas de clasificación son muy variados; algunos de ellos son:

- Dosificadores
- Cintas transportadoras
- Cribas vibrantes
- Cribas rotativas (trommel)
- Separadores balísticos
- Mesas densimétricas
- Separadores electromagnéticos (overband, corriente de Foucault)
- Triage manual

2.5.6.3 Fermentación

En esta etapa se produce una degradación biológica de la materia orgánica por oxidación, gracias a la acción de bacterias termófilas. La masa de materia orgánica alcanza altas temperaturas, llegando hasta los 60° C. Temperaturas superiores a 50° C aseguran la destrucción de organismos patógenos y parásitos, aunque ciertas esporas y quistes resistan, por lo que finalmente el compost tendrá carácter inocuo que permitirá su utilización minimizados los riesgos sanitarios. Según como se lleve a cabo el proceso de fermentación se puede distinguir:

- Proceso de fermentación natural, donde la oxidación se lleva a cabo al aire libre, en pilas que se voltean periódicamente para favorecer la fermentación aerobia y evitar olores y zonas de baja aireación en las que no se lleve a cabo el proceso de manera adecuada. Este sistema precisa de grandes superficies de terreno y la duración es de al menos 6 semanas.



Figura 2.11: Compostaje aerobio vía natural

- Fermentación en pila estática aireada, similar al anterior, pero aportando una tasa de flujo de aire que acelera la fermentación. Tienen lugar en naves cerradas.
- Fermentación con aireación forzada en reactor, donde el proceso de oxidación se efectúa de manera controlada, con medios mecánicos que permiten un absoluto control del sistema. Este sistema permite un tratamiento de volumen de residuos mucho mayor, a la vez que minimizan la necesidad de espacio, en comparación a los otros dos sistemas. Por el contrario, los costes de inversión son superiores
- Fermentación con aireación forzada en túneles de hormigón, que añaden al total control del proceso de fermentación conseguido mediante reactores, la posibilidad del tratamiento de mayores volúmenes de residuo.

Como se ha expuesto, el compostaje es una fermentación aeróbica termofílica de un substrato orgánico por la acción combinada de varios microorganismos. Es de gran interés analizar las principales circunstancias o parámetros que intervienen en la fermentación, con el fin de mantener los parámetros en circunstancias óptimas, en aras de un buen compostaje, en el menor tiempo posible y con menor coste:

2.5.6.3.1 Parámetros de control del proceso de fermentación

2.5.6.3.1.1 Parámetros físicos

Aireación

Es el parámetro básico de una fermentación aerobia. La aireación de la materia orgánica supone la incorporación del oxígeno del aire y la eliminación del anhídrido carbónico producido durante el compostaje.

La ventilación de las pilas asegura por volteos periódicos de la masa compostable o por medio del aire que se inyecta o se extrae por las tuberías perforadas situadas a lo largo de la pila de fermentación. La ventilación controlada puede servirnos además para regular la temperatura de fermentación.

Las funciones de la aireación para el buen funcionamiento del compostaje son tres:

1. Aporte de oxígeno para la descomposición biológica aerobia.
2. Eliminación de calor.
3. Favorecer la eliminación del CO₂ y agua formados en el proceso.

Una excesiva aireación puede redundar en un enfriamiento excesivo de la mezcla, dificultándose así algunas de las reacciones microbianas, más eficaces a mayor temperatura.

Por el contrario, una baja aireación producirá el freno a las tres funciones mencionadas anteriormente. El hecho de que se evacúe peor el calor puede provocar incendios, así como la pérdida de eficacia de algunas poblaciones microbianas.

En cuanto a las características anaerobias que se pueden llegar a tener si no existe el suficiente oxígeno, se debe decir que pueden hacer aparición malos olores (SH_2 , CH_4 y ácidos grasos de cadena corta). También se ralentiza el proceso y se reduce la eliminación de patógenos y componentes fitotóxicos.

El valor mínimo deseable para el oxígeno en la mezcla se sitúa en torno al 10%, si bien algunos autores contemplan un valor mínimo más pequeño.

Humedad

Junto con la aireación, es uno de los parámetros de mayor importancia. Los microorganismos necesitan el agua como vehículo líquido para transportar los alimentos y elementos energéticos, a través de la membrana celular. La humedad puede ser ajustada mediante la mezcla de componentes o adición de agua.

La descomposición de la materia orgánica depende del contenido en humedad. Los valores mínimos en los que tiene lugar la actividad biológica se sitúa entre el 14% y el 12%. No obstante, valores inferiores al 49% de humedad pueden limitar sensiblemente el compostaje.

El contenido óptimo de humedad se encuentra en el 50 y 60%. Por encima de este valor se puede presentar anaerobiosis.

Temperatura

Durante el compostaje y siempre que la humedad y la aireación sean adecuadas, la temperatura sufre la siguiente evolución. Inicialmente, los residuos fermentables se encuentran a temperatura ambiente. Enseguida, los microorganismos, que disponen de abundantes nutrientes, proliferan y la temperatura va incrementándose considerablemente. A los pocos días, se alcanzan los 40.°, finalizando la llamada "fase mesofílica" y se alcanza la "fase termofílica". La temperatura sigue subiendo y, la mayor parte de los microorganismos iniciales mueren y son reemplazados por otros resistentes a estas temperaturas. Más tarde, decrece gradualmente y se vuelve otra vez a temperaturas mesofílicas en un período denominado de "maduración" caracterizado por una reducción paulatina de la actividad biológica y por una estabilización de los productos orgánicos obtenidos.

El control de la temperatura es muy importante en la eliminación de los patógenos del compost.

Organismo	Observaciones
Salmonella typhosa	Sin crecimiento por encima de 46, muerte dentro de 30 minutos a 60.
Shigella sp.	Muerte dentro de 1 hora a 55 y dentro de 15-20 minutos a 60
Escherichia coli	La mayoría mueren en 1 hora a 55 y de 15 a 20 minutos a 60
Entamoeba cysts	Muerte dentro de 1 hora a 45 y en pocos segundos a 55
Taenia saginata	Muere en pocos minutos a 55
Trichinella larva	Muere instantáneamente a 60
Brucella abortus	Muere en 3 minutos a 60 y en una hora a 55
Micrococcus aureus	Muere dentro de 10 minutos a 50
Streptococcus	Muere dentro de 10 minutos a 54
Mycobacterium	Muere en 15-20 minutos a 67
Corynebacterium	Muere en 45 minutos a 55
Nacator americanus	Muere en 50 minutos a 45
Ascaris lumbricoides	Muere en menos de 1 hora a 50

Tabla 2.11: Temperatura y tiempo necesario para eliminación de patógenos

2.5.6.3.1.2 Parámetros bioquímicos

Control del pH

Algunos autores (Gray y Cois, 1987) consideran que el pH no es un factor que se deba controlar debido a que no suele causar problemas. De todas formas, conviene señalar su comportamiento con el tiempo.

Inicialmente, los residuos sólidos urbanos, presentan una reacción ácida correspondiente a los extractos de las sustancias orgánicas presentes, con valores próximos a 6. Con el inicio de la fermentación, los residuos adquieren mayor acidez debido a la actividad de las bacterias y a la formación de ácidos débiles. Posteriormente,

el material fermentable adquiere una reacción alcalina como consecuencia de la formación de amonio al degradarse las proteínas y los aminoácidos. En la cumbre de la fase termófila, se puede alcanzar valores de pH próximos a 8,5. Finalmente, en la fase final de la fermentación o "maduración", el pH desciende a valores próximos a la neutralidad o ligeramente alcalinos, debido a las propiedades naturales de la materia orgánica.

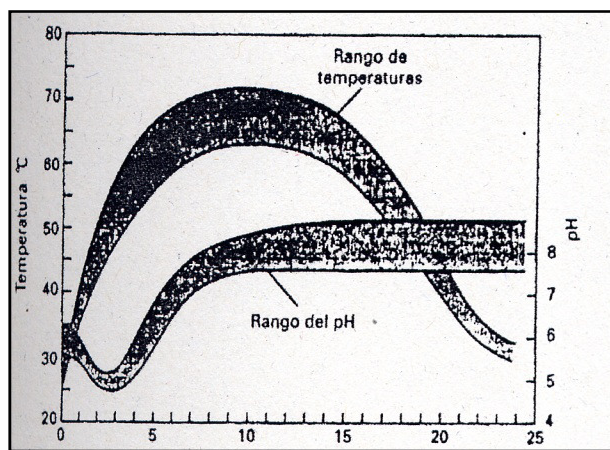


Figura 2.12: Rangos de ph y temperatura

Materia orgánica

Durante el proceso de compostaje, las pérdidas de materia orgánica pueden alcanzar el 30%, medido como materia total. La mayoría de estas pérdidas es materia orgánica "volátil", que corresponde a sustancias ricas en carbono. Estas pérdidas se producen en la primera fase de fermentación, que como se ha expuesto, es la fase más activa, y no durante el período de altas temperaturas.

Nitrógeno

Si se tiene en cuenta que el destino del compost es su aplicación agrícola y que el nitrógeno es uno de los tres grandes nutrientes para los cultivos, se comprende el gran interés por evitar las pérdidas. Estas se producen cuando las cantidades de carbono asimilable son pequeñas respecto a las de nitrógeno. Este es el caso de sustancias que contienen carbono y que son resistentes al ataque microbiano, o por el contrario de sustancias que contienen nitrógeno y son descompuestas con rapidez.

En el transcurso del compostaje, el contenido de nitrógeno disminuye, debido a la volatilización del amoníaco. Las pérdidas mayores se producen en los primeros días cuando la amonificación es mayor y cuando las circunstancias de alto valor de pH y elevada temperatura favorecen las pérdidas amoniacales. Las pérdidas máximas se presentan a temperaturas próximas a 35.° y no con las temperaturas máximas. Durante el proceso, las pérdidas suelen situarse en torno al 10%.

Relación C/N

Una parte importante del organismo de las bacterias está formado por carbono (aproximadamente el 50%) y nitrógeno (sobre un 5%). Las necesidades de carbono se fundamentan en que es usado como fuente de energía y para construir estructuras celulares por los microorganismos, mientras que el nitrógeno es utilizado para la síntesis del protoplasma.

Como regla general, se asume que las necesidades de carbono son alrededor de 25 a 35 veces (30 de media) las de nitrógeno, con lo que será ésta la relación de partida.

En la Tabla 2.12 se muestra la relación C/N para diversos residuos. Se debe tener en cuenta que dichas relaciones están basadas en pesos secos totales de carbono y nitrógeno y no en el peso de la fracción biodegradable del material orgánico. Se admite que todo el nitrógeno está disponible, si bien existen dudas sobre las formas inorgánicas, aunque se acepta su asimilación aunque de manera menos eficaz. En cuanto al carbono, éste ya no es biodegradable en su totalidad. Por eso algunos autores contabilizan únicamente el oxidable.

De esta forma, al leer los datos de la tabla, se debe tener en cuenta que el valor real de C/N para el residuo será menor del dado, en función de la cantidad de carbono biodegradable, ya que es únicamente éste el asimilable por los microorganismos.

Los problemas ocasionados del no-cumplimiento de la relación requerida en el proceso de compostaje pueden ser de dos tipos (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1.994):

1. Relación baja. Se emite amoníaco porque no hay suficiente carbono para ser acoplado junto al nitrógeno en los complejo lignino-húmicos, con lo que el nitrógeno se pierde. Además se dificulta la actividad biológica.
2. Relación alta. El nitrógeno puede convertirse en nutriente limitante, y conducirá a procesos de fermentación muy prolongados.

Un tema de suma importancia, que cobra aun mayor interés en un proyecto de valorización de gallinaza, es el tema de las mezclas de residuos orgánicos en el proceso del compostaje con el fin de cumplir la relación señalada, además de mejorar otra serie de aspectos. En el caso que se estudia en el presente trabajo, la relación C/N está muy por debajo de la válida (dependerá de las fuentes, pero se sitúa en el rango 6-10). Para que el proceso funcione adecuadamente la gallinaza ha de ser mezclada con otro material en el que la relación sea inversa, es decir, que la mezcla resultante sí esté en torno al 20-25, que se toma como relación C/N óptima.

Existen otras relaciones de menor importancia, como es la relación carbono-fósforo (C/P), si bien se asume que en cualquier mezcla, aparte del nitrógeno, existen las adecuadas cantidades de nutrientes.

Material	Porcentaje N	Relación C/N
Residuos de fruta	1,52	34,8
Residuos mezclados de mataderos	1.5	2
Pieles de patatas	1,7	25
Estiércol de vaca	1,7	18
Estiércol de caballo	2.3	25
Estiércol de cerdo	3,75	20
Estiércol de aves de corral	6,3	15
Estiércol de oveja	3,75	22
Fangos digeridos activados	1,88	15,7
Fangos crudos activados	5,6	6,3
Residuos de aserraderos	0,13	170
Paja de avena	1,05	48
Serrín	0,1	200
Paja de trigo	0,3	128
Madera de pino	0,07	723
Papel mezclado	0,25	173
Papel de periódico	0,05	983
Papel marrón	0,01	4490
Revistas	0,07	470
Correo basura	0,17	223
Recortes de césped	2,15	20,1
Hojas	0,5	40
Jacinto de agua	1,96	20,9
Hierba de bermuda	1,96	24

Tabla 2.12: Relación C/N para distintos residuos

2.5.6.4 Maduración

Es una etapa posterior a la fermentación. Esta fase es obligatoria aun en procesos llevados a cabo con aireación forzada en biorreactor o túneles de compostaje. Puede durar de 2 a 20 semanas y durante ella se producen las reacciones de polimerización que darán lugar a los ácidos húmicos, completándose de esta forma el ciclo. Durante el proceso aparecen también bacterias nitrificantes.

Suele realizarse al aire libre, con excepción de zonas muy lluviosas y consiste en el depósito del compost en pilas que no deben superar los 3 ó 4 metros de altura y que periódicamente deben ser volteadas para favorecer la estabilización del producto y evitar los malos olores.

El parque de almacenamiento de compost deberá ser situado sobre terrenos hidrogeológicamente impermeables así como dotarlo de canalizaciones perimetrales para pluviales e interiores para captación de lixiviados con destino a recirculación o tratamiento específico.

2.5.6.5 Afino

Una vez llevado a cabo el proceso de fermentación, se procede a la fase de afino para alcanzar la granulometría adecuada, así como la eliminación de restos de materiales no deseables. Esto se consigue mediante:

- Una clasificación en trómmel de diámetro 25 mm
- Separación de inertes, para lo que se utilizan mesas densimétricas, overband, etc.



Figura 2.13: Zona de afino de una planta de compost

Los inertes obtenidos son destinados a vertedero controlado o bien a reciclaje. La materia orgánica obtenida ya se puede considerar como compost.

2.5.7 Efectos del compost sobre propiedades del suelo y plantas

Un compost maduro que cumpla los parámetros de calidad de la Unión Europea, está considerado como enmienda orgánica, e incrementará el contenido total de materia orgánica del suelo donde se apliquen. En los anexos, se analizan los beneficios del compost en suelos y plantas de manera exhaustiva, así como el peligro que supone para los mismos la utilización de un compost que no cumpla ciertos parámetros de calidad requeridos por la legislación vigente.

La utilización de compost mejora las siguientes propiedades del suelo:

- Estabilidad estructural
- Densidad aparente
- Capacidad de retención de agua
- Temperatura
- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Conductividad eléctrica
- Capacidad de cesión de nutrientes al suelo y la planta.

La planta mejora su crecimiento a su vez gracias a las sustancias húmicas contenidas en el compost, que favorecen la germinación de la semilla y contrarrestan el efecto de algunas toxinas.

Por otra parte los principales peligros de utilizar un compost sin la calidad adecuada son los siguientes:

- Contaminación por metales pesados.
- Contaminación por microcontaminantes orgánicos.

2.6 Diseño planta de compostaje

Se proyecta el diseño de una planta de compostaje, con fermentación en túneles, sita en el concejo de Carreño, para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos orgánicos procedentes de las numerosas granjas avícolas de la zona.

2.6.1 Residuos a tratar

De acuerdo con el Proyecto presentado, los residuos orgánicos a procesar en la Planta de Compostaje, por sus características, se agrupan en dos grandes categorías:

- Residuos Vegetales, procedentes de la siega de césped, recogida de hojas y poda de árboles y arbustos, tanto de jardines públicos como privados.
- Residuos de Ganado, gallinaza, procedentes de las granjas avícolas del concejo.

Se escoge la gallinaza frente a otros residuos ganaderos, tanto por su disponibilidad, sólo en el concejo de Carreño se generan del orden de 7500 Tn. al año, como por la facilidad que presenta para la fermentación. La gallinaza tiene una relación Carbono/Nitrógeno del orden de 15, cuando la relación óptima para la fermentación está en torno a 25. Para corregir esto, la gallinaza debe ser mezclada con residuos con alta proporción de Carbono/Nitrógeno a fin de alcanzar la relación apropiada. Este proyecto propone la utilización de residuos vegetales procedente de poda de árboles y siega de césped, debido a la facilidad de acopio y su coste nulo (los ayuntamientos de la zona de Carreño los llevarían de manera gratuita hasta la planta, pues su eliminación constituye un problema para los mismos)

En Asturias existen gran número de explotaciones avícolas, que suman algo más 550000 animales, y generan alrededor de 30.000 Tn de residuos al año. El concejo de Carreño y sus inmediaciones concentra aproximadamente más de la cuarta parte de las explotaciones avícolas de nuestra región, más de 7.500 Tn. de residuo al año. La capacidad de la planta de este proyecto será la adecuada para el tratamiento de la totalidad de la gallinaza generada en el Concejo de Carreño, según Censo de gallinas del año 2006, si bien los datos actuales se presuponen que se suponen en la misma línea.

La planta propuesta, tendrá capacidad para el tratamiento de 8.275 Tn. de gallinaza, que deberán ser mezclados con la cantidad precisa de residuos vegetales que aseguren una fermentación adecuada y un compost óptimo. Si el acopio de gallinaza procedente de las granjas de Carreño no fuera el suficiente para lograr las 8.275 Tn., se procedería a completar la cuota con gallinaza procedente de granjas sitas en concejos limítrofes.

2.6.1.1 Cálculo de residuo Vegetal necesario para la mezcla

Anteriormente se estableció la relación adecuada C/N para el proceso del compostaje. Esta relación, se debe mantener cercana a 25. La relación C/N influye en dos sentidos: si es alta provocará que el nitrógeno sea el elemento limitante, mientras que si es baja puede ocasionar la excesiva volatilización de amoníaco, con el perjuicio que ello conlleva.

La relación C/N antes expuesta, considera toda la fracción de carbono como degradable en el proceso de fermentación. En realidad sólo una fracción del carbono es biodegradable, C_{ox} , y por tanto resultaría más conveniente, trabajar con la relación óptima carbono oxidable frente a nitrógeno, con fin de hallar la cantidad de residuo vegetal destinada a mezcla. Diversos estudios experimentales (A. Menoyo) coinciden en señalar como relación óptima C_{ox}/N aquella comprendida en un rango de 10 a 13. La

gallinaza presenta una relación C_{ox}/N de 5 aproximadamente, así que debe ser mezclada con otro material degradable que presente una relación C_{ox}/N superior, para alcanzar el óptimo que a razón de cálculos consideraremos de 11.

Las experiencias que se citan (A. Menoyo, 1995) han llegado a la conclusión de que los residuos vegetales de poda, hojas y césped de siega son el mejor aditivo posible para la gallinaza, y serán elegidos como aditivo de mezcla con fin de alcanzar la relación C_{ox}/N . Las ventajas de su elección son las que se exponen:

- Tiene una gran producción.
- Tiene un bajo valor (es un subproducto). En la práctica suponen un coste nulo.
- Proporciona una correcta estructura física (oxigenación).
- El pH de la mezcla es óptimo.
- Buena humificación.
- Baja fitotoxicidad.
- Proporciona un buen aspecto final al compost.

Para conocer la cantidad de residuos vegetales que se ha de añadir a la gallinaza se utilizan los datos expuestos en la tabla 6.1. Los restos de poda, presentan una composición muy variable, así que los cálculos deben ser solamente orientativos. La cantidad de residuo vegetal requerida por la gallinaza puede ser modificada fruto de la experiencia adquirida una vez puesta en marcha la planta. Resulta muy fácil de ajustar en la práctica, pues el sistema de fermentación en túneles, diseñados para esta planta permite controlar todas las variables que afectan a la fermentación, y calcular a su vez la necesidad en todo momento de mayor aporte de carbono, nitrógeno o agua entre otros parámetros. Esto se consigue gracias a un moderno sistema de automatización.

	Humedad	COX/N	N Total
Gallinaza	75	5	6,25
Restos de poda y siega	50	39	1,5

Tabla 2.13: Parámetros de los elementos a compostar

Los datos presentados en la tabla 2.13, son aproximados, pues presentan oscilaciones dependiendo de la época del año y la alimentación de los animales para la gallinaza y el predominio del césped de siega o los restos de poda. Los parámetros expuestos en la tabla 2.13 hacen referencia a una composición paritaria de restos de poda y césped de siega.

A continuación se presentan los cálculos realizados para obtener una relación Cox/N= 11.

1 Kg de gallinaza

$$1 \times 0.75 = 0.75 \text{ kg agua}$$

$$1 - 0.75 = 0.25 \text{ kg sólido}$$

$$(0.25) \times (0.0625) = 0.015625 \text{ kgN}$$

$$(0.015625) \times (5) = 0.078125 \text{ kg Cox}$$

1 kg de mezcla de restos de poda y siega

$$(1) \times (0.5) = 0.5 \text{ kg agua}$$

$$1 - 0.5 = 0.5 \text{ kg sólido}$$

$$(0.5) \times (0.015) = 0.0075 \text{ kgN}$$

$$(0.0075) \times (39) = 0.2925 \text{ kg Cox}$$

De la ecuación:

$$COX/N=11 = (0.078125 + X \cdot 0.2925) / (0.015625 + X \cdot 0.0075) \quad (1)$$

X=0.45 o lo que es lo mismo, esa es la relación óptima entre la fracción vegetal y la gallinaza.

Así pues la cantidad de residuo vegetal necesaria será $8275 \times 0.45 = 3725 \text{ Tn}$. El dimensionamiento de los túneles de fermentación será el adecuado para fermentar 8275 Tn/año de gallinaza junto con 3725 Tn/año de residuos procedentes de poda, que da una cifra total 11550 Tn/año.

Tipo de Residuo	Tn/año

Residuo Vegetal	3275
Poda	1637,5
Siega de césped	1637,5
Residuo de ganado	8275
Gallinaza	8275
Total	11550

Tabla 2.13 b: Cantidades de residuo a tratar

Como la disponibilidad de restos de poda y gallinaza en las cantidades requeridas no presenta problema, no se tiene previsto compostar otro tipo de materia orgánica. Si existiese algún tipo de problema o restricción del cupo requerido, podría compostarse cualesquier residuo ganadero (vaca, cerdo, caballo, etc.), junto con otra fuente orgánica rica en carbono (serrín, corteza de pino, residuos celulósicos, corteza de pino, astillas, etc.)

2.6.2 Localización

Se propone como localización cualquier finca situada en el Concejo de Gijón, que reúna unas dimensiones aproximadas de 300 m. de largo x 70 m. de ancho. El emplazamiento deber ser una finca propuesta por el Ayuntamiento de Carreño, si bien no debiera ser problemático encontrar una finca adecuada, pues el impacto medioambiental de la Planta de Compostaje propuesta es bajo, tal como se muestra en el Estudio de Impacto Ambiental adjunto en esta Memoria.

2.6.3 Sistema de tratamiento propuesto

En general, las Plantas de Compostaje han utilizado tradicionalmente, para el desarrollo de la etapa de Fermentación, la disposición de los residuos orgánicos a procesar en forma de pilas o montones (intemperie o dentro de naves cerradas) como sistema casi exclusivo y con resultados más o menos aceptables.

Sin embargo, por diferentes razones, las técnicas y tecnologías aplicables al compostaje de los residuos orgánicos, particularmente en la fase de fermentación, han evolucionado en gran medida para adaptarse a las exigencias del momento y alcanzar los mejores resultados.

Para la selección de la tecnología más adecuada, aplicable en cada caso concreto, han de tenerse en cuenta múltiples factores (de carácter técnico, económico, medioambiental y de normativa) que condicionan su elección. Entre estos factores restrictivos, son de capital importancia los propios residuos a tratar (cantidades, composición, etc.) y las condiciones particulares del lugar donde se pretende situar la instalación.

Este proyecto, ha considerado como pilares básicos en la búsqueda de la tecnología a seleccionar, los siguientes:

- La mejor calidad del producto final, Compost.
- El mayor grado de aceptación social.
- Máxima capacidad y flexibilidad.
- Minimizar los impactos ambientales derivados.
- Los menores costes de construcción y de explotación.
- Cumplimiento de la normativa vigente y previsiblemente futura
- Posibilidad de acceso a certificados de calidad.

Actualmente, uno de los procesos con mayor aceptación, utilizado con éxito en el compostaje de los residuos orgánicos, se basa en la fermentación acelerada en recinto cerrado. El presente proyecto ha considerado que de entre las tecnologías probadas y con garantía demostrada, disponibles en el mercado para la oxidación rápida de la materia orgánica en recinto cerrado, las que utilizan el sistema de Fermentación en Túneles son las que más ventajas aportan. El 70% de las plantas de compostaje a gran escala de nueva creación, apuestan por esta alternativa, en perjuicio de la fermentación en hileras, u otros sistemas de aireación forzada como los reactores. Los reactores, por su limitación de capacidad quedan reservados a plantas de pequeño tamaño y sobre todo a laboratorios donde experimentar posibles mejoras en la técnica del compostaje.

Por todo lo anterior, la tecnología seleccionada, por el proyecto que se presenta, utiliza el sistema de Fermentación en Túneles. Esta tecnología, Fermentación en Túneles, supera a otras respecto a los criterios básicos citados, y presenta, entre otras, las ventajas siguientes:

- Reduce considerablemente el espacio necesario al reducir en un 80% el tiempo necesario para la fermentación.
- Permite conocer, registrar y controlar, en tiempo real, los variables fundamentales del proceso de fermentación (temperatura, humedad y contenido en oxígeno).
- Minimiza la generación de olores y efluentes líquidos (lixiviados).

2.6.3.1 Bases de diseño

Para el desarrollo de esta planta de compostaje se han tenido en cuenta las siguientes bases de diseño:

• Cantidad de Residuos a Tratar	12.000 t/año
• Densidad media de la mezcla	0.38 t/m ³
• Tiempo de residencia en Túneles fermentación	2 semanas
• Tiempo de residencia en Maduración	20 semanas
• Días de operación de la Planta	5 días/semana

Para el cálculo de la densidad media de la mezcla se parten de los siguientes datos:

- Densidad de restos de poda: 0.15 Tn/m³
- Densidad de hierba de siega: 0.35 Tn/m³
- Densidad de gallinaza: 0.45 Tn/m³

La densidad media resulta de $\rho = (0.35 \times 1637.5 + 0.15 \times 1637.5 + 0.45 \times 8275) / 12000$

Resulta una densidad media $\rho = 0.38 \text{ Tn/m}^3$

Los tiempos de residencia son los adecuados según los estudios realizados por numerosos autores (A.Menoyo), la experiencia de otras plantas de compostaje y fabricantes de túneles de fermentación, para los tipos de residuos que la planta va a tratar. Los días de trabajo se ajustan a una semana laboral convencional (lunes a viernes).

Además, conceptualmente se han considerado para el diseño, tanto de la Planta en su conjunto y como de cada unidad funcional, los siguientes criterios básicos:

Flexibilidad:

Las instalaciones podrán ser utilizadas para el compostaje de otros tipos de residuos orgánicos, bien por cambios producidos sobre las previsiones o por otras necesidades.

Capacidad:

Con la ocupación del mínimo espacio la Planta es capaz de tratar 12.000 Tn/año de residuos y salvar puntas con toda garantía. En el apartado correspondiente al dimensionamiento de los túneles de fermentación, se estudian diferentes opciones para

aumentar la capacidad de la planta e incluso se contempla la posibilidad de instalación de nuevos túneles si por cualquier razón fuere necesario.

Estética:

Partiendo de la topografía del emplazamiento, el dimensionado y disposición del conjunto de instalaciones que conforman la Planta, así como espacio ajardinado previsto, permiten su integración en el entorno sin impactos negativos.

Funcionalidad:

La disposición relativa de las diferentes áreas funcionales de la Planta permitirá el desarrollo secuencial de las operaciones, manteniendo el flujo de materiales previsto en el proceso, sin necesidad de maniobras y sin riesgos por la circulación de los equipos.

Respecto al medio ambiente:

Se han adoptan todas las medidas necesarias para evitar que las emisiones de gases o efluentes líquidos (lixiviados) puedan afectar al entorno. Asimismo se ha elaborado un completo y concienzudo Estudio de Impacto Ambiental, adjunto a esta Memoria como Anexo.

2.6.3.2 Proceso adoptado

El proceso adoptado, desde la recepción de los residuos (Residuos Vegetales y Ganaderos) hasta la obtención del producto final, compost, se desarrolla siguiendo una secuencia de operaciones elementales, previamente definidas y debidamente controladas.

Las etapas fundamentales que intervienen en el proceso son las siguientes:

- Control-Recepción.
- Almacenamiento temporal.
- Trituración-Desfibrado de los Residuos Vegetales.
- Mezcla.
- Fermentación.
- Maduración dinámica.
- Afino.
- Almacenamiento de Compost.
- Tratamiento de Gases-Biofiltro.
- Gestión de Lixiviados.

El lay-out de la Planta de Compostaje ha sido diseñado de forma que los procesos adoptados puedan desarrollarse de forma óptima.

2.6.3.3 Balance de materiales

En el cuadro y esquema adjuntos, se presenta el Balance de Materiales del Proceso: fermentación en túneles, maduración dinámica y afino. La densidad final del compost se considera de 0.5 tn/m³.

Fase del proceso	Tn/año	m³/año
<i>Alimentación</i>	11550	33984,11
<i>Mezcla</i>		
- Entrada	11550	33984,11
- Pérdidas, 10% en Volumen	1155	3398.411
- Salida		28421,1
<i>Fermentación en Túneles</i>		
- Entrad- Entrada	10395	30585,66
- Pérdidas, 35% en Volumen	3638,25	10704,99
- Salida	6756,75	19880,68
<i>Maduración Dinámica</i>		
- Entrada	6756,75	19880,68
- Pérdidas, 15% en Volumen	1013,51	2982,10
- Compost Bruto	5743.23	16898.57
<i>Afino Compost Bruto</i>		
- Compost Bruto	8449.285	16898.57
- Rechazos , 8%	675.94	
- Compost	7773.342	15546.68

Tabla 2.14: Balance de materiales

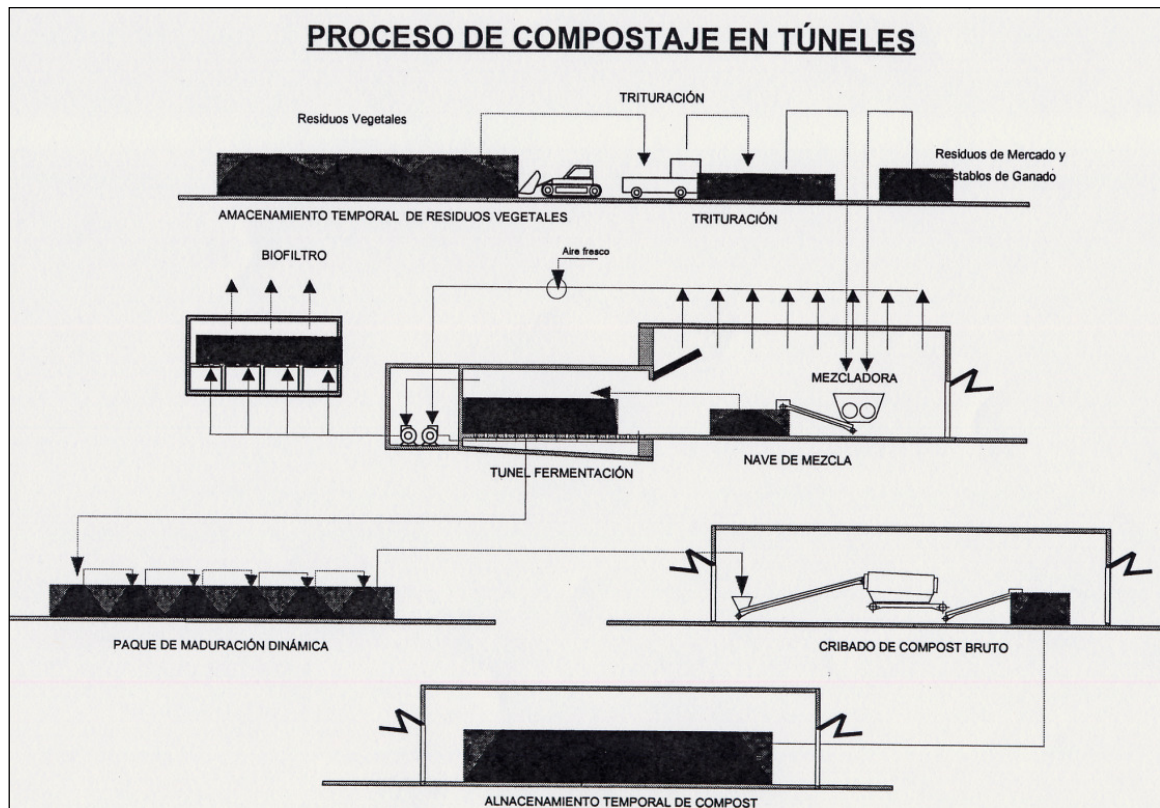


Figura 2.14: Esquema general de la planta de compostaje

2.6.4 Definición básica de planta

Para su mejor descripción e interpretación, la Planta, de acuerdo con los diferentes procesos que se desarrollan, está distribuida en las siguientes áreas funcionales:

- Control-Recepción.
- Almacenamiento de Residuos.
- Trituración-Desfibrado de los residuos Vegetales.
- Fermentación.
- Maduración Dinámica.
- Afino.
- Almacenamiento Temporal del compost.
- Depuración de gases.
- Gestión de Lixiviados.
- Instalaciones auxiliares.
- Infraestructuras complementarias.

2.6.4.1 Control y recepción

Los vehículos que transportan los residuos, una vez identificados, deberán ser sometidos a un control detallado que permita conocer, entre otros, los siguientes aspectos: origen, características de los residuos, fecha de admisión y peso de la carga.

La gestión del flujo de entrada de materia prima a la planta se soluciona a través de un sencillo programa de gestión. Este servicio queda cubierto en el Centro de Control General de las Instalaciones de la planta de compostaje, que da entrada al recinto.

Constará de una caseta, equipada con un sanitario y suficientemente amplia para acoger al guarda de seguridad del recinto, barrera automatizada para dejar paso a los camiones y personal de la empresa. La zona de pesaje no entorpecerá la entrada y salida normal del recinto. Para ello la entrada a la planta constará de un doble carril de entrada, situados cada uno, bordeando un lado de la caseta de recepción. Los camiones pasarán por el carril de la izquierda donde serán sometidos a pesaje, en una báscula de pesaje para cargas de hasta 60000 Kilogramos. Todas las entradas y salidas de camiones quedarán registradas mediante un parte escrito y en soporte informático, por lo que la caseta prefabricada estará equipada con una computadora y su correspondiente mesa y silla.

Los trabajadores, visitas y todo el resto de entradas a salvidad de los camiones, accederán al recinto por el carril de la derecha.

El dispositivo de la barrera será accionado desde el interior de la caseta, y se encontrará 10 metros antes de la caseta.

La caseta será de hormigón prefabricado, de planta rectangular de 4m × 3m, con ventanas orientadas a la entrada del recinto y la puerta de acceso anexa a la zona de pesaje. El baño, de 3 × 1.5, dispondrá de lavabo, sanitario y taquilla para confort del guarda de la empresa.

2.6.4.2 Almacenamiento temporal de residuos

Los Residuos Vegetales, por las actividades que los generan, llegarán a la Planta de forma no regular, incluso con variaciones estacionales importantes. Con el fin de mantener una composición homogénea en la alimentación del proceso a lo largo del tiempo, la Planta dispone de un área de almacenamiento temporal con objeto de acumularlos durante el período de aportación y proceder a un reparto en los meses en que es baja o nula su entrada.

Por la naturaleza de los Residuos Vegetales producidos en siega y conservación de césped, no deben ser almacenados durante un largo período de tiempo, su comportamiento físico-químico en tales circunstancias no favorece su posterior

compostaje, por lo que se considera conveniente un almacenaje no superior a los dos meses si fuera posible. En otro caso, habría de prestarse una atención especial a los parámetros de control de la fermentación, y proceder a variarlos desde la cabina de control de los túneles de fermentación

El cálculo de la superficie necesaria para el almacenamiento de los residuos que llegan a la planta, deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Días de almacenamiento necesarios.
- Cantidades de residuo a almacenar.
- Densidad de cada residuo.

Las dimensiones de la plataforma de almacenamiento temporal debe calcularse en función de los días de almacenamiento medio esperados para las diferentes materias orgánicas que son objeto del proceso de compostaje.

Los días medios de almacenamiento para la gallinaza y siega se basan en los datos que maneja la Planta de Compostaje de C.O.G.E.R.S.A, mayorados en un 20% con objeto de cubrirnos de posibles picos en la llegada de materia prima.

La estimación de los días medios de almacenamiento para los resto de poda presentan la dificultad del alto grado de estacionalidad de la llegada de los mismos.

Fuentes consultadas pertenecientes al sector de mantenimiento de jardines declaran, que si bien durante todo el año se recogen de manera regular restos de poda procedentes principalmente de jardines urbanos, el mes de Marzo concentra el 45% de las recogidas de este tipo de residuo orgánico.

De esta manera nos basaremos en los datos manejados por C.O.G.E.R.S.A, respecto a la siega y la gallinaza. Para los restos de poda, dada su fuerte tendencia a la estacionalidad se habilitará el espacio suficiente para almacenar la cantidad necesaria de la misma para el funcionamiento de la planta durante dos meses. Es necesario destacar que si hubiere algún problema en el suministro de cualquiera de las materias orgánicas a compostar, se procedería a sustituir las mismas por otras sin mayor problema tal y como se ha comentado en apartados anteriores.

Los cálculos de la superficie necesaria para la plataforma de almacenamiento temporal quedan recogidos en la siguiente tabla (Los cálculos obtenidos se basan en el supuesto de que la planta funcionará 5 días a la semana, 260 días de trabajo anuales).

	Tn/año	Tn/día	Días de almacenamiento	Densidad media (Tn/m3)	m ³ necesarios
Restos de poda	1637,5	6,29	60	0,15	2519.23
Siega	1637,5	6,29	5	0,35	89,85
Gallinaza	8275	31,82	4	0,45	282,84
Total	12000	44,4			2891.92

Tabla 2.15: Cálculo de la superficie del área de la zona de almacenamiento temporal

Suponiendo una altura media de almacenamiento de 3 metros la superficie necesaria para el almacenamiento temporal de los residuos orgánico será igual a:

$$S_{recepción} = 2891.92/3 = 963.97.85 \text{ m}^3 \quad (2)$$

La plataforma de almacenamiento temporal estará ubicada en las inmediaciones de la zona de maniobra de los camiones que llegan a la Planta de Compostaje tal y como viene recogido en los Planos de este proyecto.

Cabe destacar que el acopio de gallinaza se procederá según necesidades del proceso, de manera tal que no será recibida generalmente ninguna partida de gallinaza, que no vaya a procesarse en el mismo día. En los cálculos se consideran 4 días de almacenamiento para cubrir posibles eventualidades.

Esto se hace por razones medioambientales, ya que de otra manera sería necesario cubrir la plataforma de recepción, y depurar el aire de la misma hacia los biofiltros aumentando el coste del proyecto y restando versatilidad a la plataforma de almacenamiento. Si fuera necesario almacenar gallinaza fresca por más de un día, se almacena en un recinto de la nave mezcla, dotado de un sistema de extracción de gases hacia un biofiltro, evitando de esta manera la contaminación atmosférica por causa de los gases que desprende la gallinaza fresca.

2.6.4.3 Desfibrado y trituración de los residuos vegetales

Los Residuos Vegetales de carácter leñoso, por sus dimensiones, han de ser sometidos a una operación previa de trituración-desfibrado, acondicionando este tipo de residuos para facilitar su fermentación. Se trata de una operación intermedia entre el machacado y la trituración, se consigue obtener un producto con una mayor superficie de

contacto, más fácil de manipular y de gran homogeneidad. La hierba y césped se someterán a un triturado más ligero para facilitar su mezcla.

Esta etapa del proceso es fundamental para obtener un producto de mezcla con las características adecuadas para conseguir su mejor fermentación y maduración y como consecuencia una mayor calidad del compost.

El producto final obtenido deberá responder con garantía, entre otras, a las siguientes características generales:

- Granulometría adecuada
- Gran homogeneidad
- Máxima superficie potencial de contacto
- Predominio del desgarrado sobre la trituración
- Fácil de mezclar con el resto de residuos que llegan a la instalación

El proceso de triturado-desfibrado, previo a la fase de mezcla de residuos, se encuentra totalmente automatizado mediante la utilización de una trituradora.

La carga del equipo triturador-desfibrador se realizará por medio de una pala. Esta operación, por la capacidad del equipo utilizado y la demanda puntual en la carga de cada túnel, se desarrollará y ajustará con la conveniencia necesaria que permitan el resto de actividades que conlleva la explotación. El desfibrado se efectuará en la nave de mezcla, en serie a la máquina mezcladora y en orden a la secuencia lógica del proceso.

2.6.4.4 Mezcla de residuos vegetales y ganaderos

Con esta operación conseguimos un producto, mezcla de los diferentes residuos, en las proporciones adecuadas, 70% gallinaza y 30% residuo vegetal (mitad de hierba y mitad restos de poda), que garantice una fermentación adecuada.

La alimentación de los diferentes tipos de residuos, se realiza sobre la tolva de un equipo específico, mezcladora, con la capacidad, diseño y dimensiones adecuados para el mejor desarrollo de la operación. La carga se realiza por medio de una pala cargadora, dotada de su correspondiente cuchara.

El equipo de mezcla dispone de los elementos mecánicos necesarios para someter la masa, desde su alimentación, a un avance longitudinal hasta el punto de descarga. Con ello se consigue obtener una mezcla muy homogénea, de fácil manipulación, en las proporciones y con las características idóneas necesarias para el desarrollo de la siguiente etapa del proceso, la fermentación.

Tradicionalmente se empleaba en las plantas de compostaje de residuos ganaderos un mezclado manual. Este proyecto apuesta por la utilización de un equipo

específico para el proceso de mezcla, que posibilite la obtención de una mezcla estándar que pueda ser sometida a patrones de calidad.

Una nave cerrada, albergará tanto el equipo de mezclado como el área de almacenamiento de la mezcla hasta la carga del túnel correspondiente, así como a la máquina trituradora-desfibradora. Dispone del espacio suficiente para que el equipo encargado de la carga/descarga de los túneles de fermentación, pala cargadora, efectúe dicha operación. Esta nave tiene unas dimensiones de 17 × 27 m y una altura libre de 6 m. Como se comprobará posteriormente la anchura de 27 metros es la adecuada para efectuar el proceso de carga de túneles desde la misma nave de mezcla.

El troje de mezcla, destinado a los túneles de fermentación se calcula de la siguiente forma, considerando 260 días laborables.

$$(11550 \text{ Tn} / \text{año}) / (260 \text{ días} / \text{año}) = 44.42 \text{ Tn/día} \quad (3)$$

Con una densidad de la mezcla de 0,39 t/ m³ son necesarios:

$$(44.42 \text{ Tn} / \text{día}) / (0.39 \text{ Tn} / \text{m}^3) = 113.89 \text{ m}^3/\text{día} \quad (4)$$

Considerando que la mezcla se realiza 3 veces al día, se necesitan aproximadamente 38 m³ de mezcla, que se consigue con un troje de las siguientes dimensiones: 5 m. de ancho x 3 m. de profundidad x 2.5 m. de altura.

2.6.4.5 Área de fermentación en túneles

Es la primera etapa de descomposición de la materia orgánica, y para su mejor desarrollo deberá realizarse manteniendo la masa en condiciones adecuadas. Los factores que más directamente intervienen en el proceso de fermentación son los siguientes:

- Relación carbono/nitrógeno contenidos en el producto (C/N).
- Granulometría.
- Superficie de contacto.
- Grado de aireación; disponibilidad del oxígeno necesario para el desarrollo del proceso.

- Grado de humedad.
- Temperatura.

De entre las diferentes opciones disponibles, para realizar una correcta descomposición de la materia orgánica o fermentación, se ha seleccionado para esta planta de compostaje, tal y como se dijo con anterioridad, el Sistema de Túneles. Este sistema permite un control adecuado de todos aquellos parámetros que intervienen en la fermentación, en particular del contenido en O_2 y de la temperatura de la masa a fermentar.

Por medio de un conjunto de elementos auxiliares, desde un centro de control automatizado se puede intervenir sobre cualquiera de los parámetros fundamentales que intervienen en el proceso de fermentación. A saber:

- Flujo de aire que penetra sobre la base del túnel.
- Extracción de gases resultantes del proceso.
- Humidificación de la masa en fermentación.
- Control del contenido en O_2 y temperatura.
- Extracción de los lixiviados producidos por la descomposición de la materia orgánica y recirculación de los mismos desde un depósito cuando fuere necesario.

Además, el sistema se complementa con las instalaciones auxiliares necesarias para la limpieza de gases y lixiviados.

El diseño, sección rectangular, y sus dimensiones permiten el fácil acceso para la carga y descarga del producto a fermentar. Además, en su interior los túneles disponen de los medios necesarios para poder conocer, durante el tiempo que dura la fase de fermentación, las condiciones en que se desarrolla el proceso, compararlas con las definidas como óptimas, y así poder intervenir en todo momento en caso de que alguno de los parámetros básicos no se ajuste a los valores preestablecidos.

El tiempo de residencia previsto para el desarrollo de esta etapa de fermentación es de 14 días (2 semanas)

Se alimenta la mezcla mediante pala cargadora que distribuye la mezcla conseguida mediante mezcladora, llenando los túneles hasta la altura de diseño. Los túneles se ubicarán pegados a la parte inferior de la nave de mezclado, empotrados en la misma, de manera que su apertura, se realizará desde la nave de mezclado, para optimizar el flujo de operaciones en la planta.

Los lixiviados producidos se recogen en una red que los transporta al depósito situado bajo las cámaras de aireación. Dicho lixiviado es reutilizado para el control de la humedad del producto, tanto de los túneles como de la nave de maduración.

La materia fermentable permanecerá en los túneles durante catorce días naturales (2 semanas) para que el proceso de fermentación se realice correctamente.

El proceso de llenado de los túneles y proceso de fermentación se complementa con una red de ventilación, humidificación, sondas y controles para crear una atmósfera artificial óptima para el correcto funcionamiento del sistema y que permitirá un mayor y más rápido desarrollo de la fermentación aerobia de la fracción fermentable de los residuos.

A continuación se procede al correcto dimensionamiento de los túneles de fermentación:

Residuos a tratar	Tn/año	Densidad(Tn/m3)	m³/año
Hierba de siega	1637,5	0,35	4678,57
Restos de poda	1637,5	0,15	10916,66
Gallinaza	8275	0,45	18388,88
TOTAL	11550		33984,11

Tabla 2.16: Datos de partida para dimensionamiento de túneles

En la mezcla se produce una reducción en volumen del 10% en volumen. Así tenemos 30585.689 m³/año, lo que equivale a 588.16m³/semana, tal y como se muestra ha mostrado anteriormente.

De este modo, la densidad de la mezcla será:

$$\rho = (12000 \text{ Tn/año}) / (30585.689 \text{ m}^3/\text{año}) = 0.392 \text{ Tn/m}^3 \quad (5)$$

En cuanto a la altura máxima de llenado, se ha optado por una altura máxima de 3 metros, considerando una carga máxima de 1,55 Tn/m² de superficie de túnel ocupada.

Por otra parte, una altura de llenado de 3m., pues se ha constatado eficiente por la experiencia en plantas de compostaje que utilizan el mismo sistema.

En cuanto al sistema de descarga o vaciado de túneles, se descarta la solución "más tecnificada" consistente en fondo o piso móvil por los inconvenientes que esto acarrearía en cuanto a mantenimiento (averías, limpieza, atascos, corrosiones y desgastes, etc.), unido además, a un muy elevado coste de inversión.

La solución propuesta es el vaciado con pala cargadora, sistema que en la práctica y a largo plazo resulta ser más eficaz, de más fácil mantenimiento y de menor coste de inversión inicial, pues la pala cargadora es necesaria en la intervención de otras fases del proceso.

Se elige una anchura de túnel de 5 metros, para facilitar el sistema de llenado y vaciado de los túneles mediante el sistema de pala cargadora. El acceso de los túneles de fermentación desde la nave de fermentación, agiliza enormemente el proceso.

Una vez fijadas la anchura y la altura de llenado de los túneles, la longitud de los mismos, y en último término, el número necesario de túneles, queda determinada por el volumen máximo de materia a fermentar. Evidentemente, el número de túneles dependerá de la longitud por la que se opte para cada unidad. Para hacer una primera valoración de la longitud necesaria, se procederá a calcular la longitud necesaria para compostar toda la materia orgánica en un único túnel, teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- Producción máxima de material a compostar: 30585.689 m³/año
- Número de días de funcionamiento anual de la planta: 260 días/año
- Período de permanencia del material en túneles: 14 días (2 semanas)
- Tiempo de carga y descarga de túnel: Media semana
- Número de cargas al año: 52/(2+0.5)= 21/año
- Sección del túnel: 5×3 m²
- Altura útil de llenado: 3m

Así pues:

$$(30585.689 \text{ m}^3/\text{año}) / (21 \text{ cargas/año}) = 1456.46 \text{ m}^3/\text{carga} \quad (6)$$

$$(1456.46 \text{ m}^3/\text{carga}) / 15\text{m}^2 = 97.09 \text{ m Longitud} \quad (7)$$

En la práctica se opta por una longitud máxima sin perder prestaciones de operatividad. Un túnel en torno a 20 metros de longitud, se considera óptimo, pues permite realizar con operatividad y en un plazo de media semana el llenado del túnel. Si queremos túneles en torno a 20 metros de longitud necesitaríamos el siguiente número de túneles:

$$\text{Número de túneles} = 97.09/20 = 4.85 \approx 5 \text{ Túneles} \quad (8)$$

Como vemos 5 túneles, optimiza tanto la necesidad de capacidad (4.85 se ajusta casi a 5) con la operatividad del proceso de carga..

Otra razón de escoger túneles de 20 metros es puramente económica. Una longitud menor exige mayor número de túneles, lo cual encarece la planta, pues cada túnel cuenta con un proceso de automatización que encarece mucho la construcción de cada nueva unidad. Una longitud mayor de 20 metros resta operatividad al proceso de carga y descarga del túnel, y flexibilidad a la planta al reducir el número de túneles en la planta, presentando una mayor vulnerabilidad en pérdidas de producción por mor de posibles averías o paradas de mantenimiento.

No debemos olvidar, que la altura de llenado se fijó en 3 metros, por dos razones principalmente:

1. Mejora las operaciones de carga y descarga.
2. Obtención de un compost de gran calidad. A mayor altura de llenado, la aireación es más problemática.

Sin embargo, se podría llenar hasta una altura de 4 metros los túneles, sin producirse una merma importante en las cualidades del compost, ampliando considerablemente la capacidad de la planta. Estos cálculos se presentan a continuación:

$$5 \text{ túneles} \times (4 \times 5) \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 21 \text{ cargas/año} = 42000 \text{ m}^3/\text{año} \quad (9)$$

El aumento de la altura de 3 a 4 metros supondría un aumento del 33% de la capacidad de los túneles de fermentación y por tanto de la capacidad de la planta.

La capacidad de la planta con altura de llenado a 4 m. será de:

$$11550 + 1/3 \times 11550 = 15400 \text{ Tn/año} \quad (10)$$

De esta manera queda claro la versatilidad de la planta, con la posibilidad inmediata de tratar hasta 16000Tn/año con mínima o nula pérdida de calidad en el producto final. Además el Sistema de Fermentación en Túneles permite la incorporación de nuevas unidades de fermentación al situarse exteriormente y no verse condicionados por limitaciones de espacio.

Con tres nuevos túneles lograríamos tratar un aumento del 60% en la capacidad de la planta, pudiendo tratar:

$$11550 + 11550 \times 0.6 = 18480 \text{ Tn/año} \quad (11)$$

A continuación se presenta una tabla con la capacidad de la planta, según diferentes escenarios planteados:

	Altura de llenado de 3m	Altura de llenado de 4m	Construcción de 3 nuevos túneles
% Aumento en la capacidad		33%	60%
Capacidad	11550Tn	15400Tn	18480Tn

Tabla 2.17: Capacidad de la planta en diferentes escenarios

A continuación se muestra la secuencia de llenado y posterior residencia de la materia a compostar en los 5 túneles de fermentación teniendo en cuenta lo siguiente:

- El tiempo de llenado de cada túnel es de media semana.
- El tiempo de residencia en los túneles de fermentación es de 2 semanas.

Túnel 1														
Túnel 2														
Túnel 3														
Túnel 4														
Túnel 5														

2.6.4.6 Área de maduración Dinámica

El producto obtenido en la etapa de fermentación precisa para alcanzar el grado de estabilización necesaria, ser sometido a una etapa de maduración.

Con esta etapa del proceso se pretende conseguir estabilizar el producto en las mejores condiciones, para conseguir un compost final de gran calidad y biológicamente estable.

Por medio de volteos sucesivos, uno por semana, logramos uniformar el gradiente de temperatura y el contenido de oxígeno en la masa, logrando un proceso de maduración óptimo.

El compost inmaduro procedente del vaciado de los túneles de fermentación, se dispone en el área de maduración dinámica, en forma de parvas (pilas) de sección transversal trapezoidal de 11.25 m² de superficie, que se logra mediante el ajuste adecuado de la volteadora, encargada de someter las parvas a volteos con desplazamiento lateral.

El cálculo de la superficie necesaria para el parque de maduración se basa en los siguientes datos:

- 19880.68 m³/año de compost inmaduro.
- Ancho de base mayor de sección trapezoidal, (a) de 6.5 metros; a=6.5.
- Ancho de base menor de sección trapezoidal, (b) de 2.5 metros; b=2.5.
- Altura de la parva (h) de 2.5 metros; h=2.5 metros.
- 45 grados de inclinación de cada parva.
- 54 semanas laborables al año.

El área de la sección transversal de cada parva, es el área de un trapecioide de las medidas reseñadas anteriormente. Se calcula previamente la longitud del parque necesaria para madurar el compost en una única parva:

$$19880.68 \text{ m}^3/\text{año} \times 1 \text{ año} / 54 \text{ semanas} \times 20 \text{ semanas/parva} = 7363.21 \text{ m}^3 \quad (12)$$

$$7363.21 \text{ m}^3 \text{ necesarios} / 11.5 \text{ m}^2 \text{ de sección} = 640.27 \text{ metros de longitud} \quad (13)$$

Se apuesta por la formación de 7 parvas por lo que la longitud del parque de maduración será el siguiente:

$$\text{Longitud necesaria, } L = 640.27 / 7 = 91.468 \text{ metros/ parva} \quad (14)$$

Se construirá una nave de maduración, a fin de proteger el proceso de maduración de la lluvia, y lograr un compost final de gran calidad. En climas secos, se apuesta por una maduración al aire, pero debido a lo lluvioso del clima en Asturias se precisa la construcción de una nave para el proceso de maduración.

Debe tenerse en cuenta que además de los 91.46 metros de longitud, debe sumarse un espacio adicional que permita maniobrar a la volteadora. El espacio necesario es de unos 10 metros de longitud, a los que se sumará 22 metros para facilitar espacio de maduración en caso de futuras ampliaciones que permiten alojar otros 4000 m³/ año de compost inmaduro, que equivalen a 6000 Tn/año adicionales de materia orgánica y un 20% de incremento en la producción sin tener que habilitar un nuevo espacio para la maduración.

La anchura de cada parva es de 6.5 metros, a lo que sumamos 0.5 metros de pasillo entre las parvas, necesarios para el paso de la volteadora.

Así pues la longitud total de la nave es de 124 metros y la anchura de 49.5 metros. La altura libre de la nave será de 6 metros.

La plataforma de maduración está bordeada de los correspondientes viales para permitir la circulación de los equipos y las extracciones del producto de forma fácil.

2.6.4.7 Afino del producto madurado

Una vez terminada la etapa de maduración, el compost obtenido presenta una granulometría variable, ya que probablemente algunos componentes de los residuos que han entrado en la fermentación inicial no han podido degradarse en su totalidad. Para separar estos materiales y dotar al compost final de una granulometría adecuada con vistas a su comercialización, se realizará una etapa de afino.

El afino consistirá en una clasificación de componentes realizada por cribado selectivo, para obtener una selección granulométrica que permita adaptarse a las exigencias de calidad del compost comerciable. De este cribado se obtendrán dos fracciones principales, una formada por los materiales tamizados (hundido del cribado) y otra los rechazos (no tamizados).

La fracción tamizada será la destinada a la comercialización y su granulometría dependerá del tipo de malla utilizada en el cribado, que a su vez dependerá de la exigida por el mercado. En principio se aplicarán alternativamente las mallas de 10 y 25 mm, con las cuales la fracción menor de 10 mm será la de compost fino, la comprendida entre 10 y 25 mm la de fracción gruesa y la mayor de 25 mm de rechazo a recircular a fermentación primaria o a depósito en los contenedores de rechazo. Todo ello en función de la granulometría del compost que demande el mercado.

La fracción de rechazo comprenderá los materiales que no han pasado a través del tamiz superior de la criba por su mayor tamaño y estará formada en su mayoría por materiales que no han sufrido una reducción suficiente durante la fermentación, pero que conservan parcialmente sus características originales y además llevarán una inoculación

de microorganismos procedentes del proceso fermentativo. Esto los hace especialmente interesantes para su reincorporación hacia el proceso de fermentación primaria, ya que llevan consigo una semilla biológica que contribuirá a la aceleración inicial de este proceso, a la vez que una nueva etapa de fermentación los irá reduciendo de tamaño hasta que finalmente puedan incorporarse en su mayoría a la fracción tamizada del compost final. Esta fracción, que será generalmente muy pequeña, podrá ir acompañada en algún momento por materiales inorgánicos procedentes de la manipulación de los residuos originales, como plásticos, los cuales constituirán realmente un rechazo y serán eliminados selectivamente en la medida de lo posible del resto de materiales susceptibles de nueva incorporación, tal como se indicó anteriormente.

El afino se realizará por cribado con un equipo móvil específico denominado trommel o cribadora, formado por un tambor de cribado con tamiz intercambiable alimentado a través de una tolva receptora, disponiendo de una doble salida con cintas para el material seleccionado y el rechazado. El equipo de cribado será alimentado con el compost en bruto procedente de la maduración por medio de la pala cargadora y por su movilidad será maniobrado hasta la posición operativa más adecuada en todo momento.

Para el afino se dispondrá de una plataforma con dimensiones suficientes para situar el equipo de cribado y permitir la maniobrabilidad que la pala cargadora demanda para la carga del equipo de cribado y recogida de las dos fracciones obtenidas.

El proceso de cribado se realizará en la nave de almacenamiento de compost, en la entrada de la misma, por su proximidad al parque de maduración. Seguidamente se procederá al almacenamiento de la fracción pasante del cribado (hundido del trommel), para su posterior ensacado, en la misma nave de almacenamiento de compost. El layout, o disposición en planta de la nave de almacenamiento queda reflejado en los planos que se adjuntan. Se apuesta por una única nave para minimizar costes y respetar la secuencia lógica del proceso,

Afino $\Rightarrow$ Almacenamiento $\Rightarrow$ Ensacado.

Debe tomarse no obstante, las medidas necesarias para evitar la mezcla de la fracción no hundida en el trommel, con la fracción ya almacenada para su posterior ensacado. Para ello la nave de almacenamiento, contará con un cerramiento parcial que separa la zona de almacenamiento de compost, del resto de procesos que tienen lugar en la nave de almacenamiento.

Asimismo la fracción de rechazo destinada a recirculación no se acumulará más de un día debiendo ser retirada al final de cada jornada con destino a los túneles de fermentación. La fracción no reciclable se depositará inmediatamente en un contenedor hasta su recogida por un transportista autorizado y posterior confinamiento en vertedero.

2.6.4.8 Almacenamiento de compost

Según el balance de masa presentado anteriormente, será necesario almacenar 15546.68 m³/año, precisando la superficie de almacenamiento necesario para alojar el compost producido un tiempo máximo de 15 semanas. Se elige 15 semanas, por ser el tiempo preciso por el mercado del compost y el propio funcionamiento de una planta de estas características. La mayoría de las plantas de nuestro país apuestan por un tiempo entre 12 y 16 semanas.

El cálculo de la superficie necesario se presenta en la siguiente tabla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Datos básicos de almacenamiento	
Semanas funcionamiento de planta	52 semanas/año
Densidad de compost afinado	0.5 tn/m ³
Toneladas enviadas a almacenar	7773,34 tn/año
Tiempo total almacenaje	15 semanas
Altura de la parva	3m
Pendiente de la parva	45 grados
Ancho de meseta parva	18m
Base de la parva	26m
Volúmenes y superficies	
Volumen entrada anual	15546,68 m ³ /año
Volumen entrada diario	42.59 m ³ /día
Sección de parva	66 m ²
Volumen almacenado	4445,86 m ³
Longitud de parva	63,41 m
Superficie necesaria	1648,89 m ²

Tabla 2.18: Cálculo de superficie necesaria de almacenamiento

El área de sección transversal de la parva, se calcula teniendo en cuenta la forma trapezoidal de la misma:

- Base mayor o ancho de parva, (a); a= 26 metros.
- Base menor o ancho de meseta de parva, (b); b= 18 metros.
- Altura de parva, (h); h=3.
- La pendiente de parva es de 45 grados.

Se apuesta por una única parva. La superficie necesaria es de 1648,89 m², y estará ubicada en la misma nave, a partir de ahora nave de almacenamiento, donde se efectuarán las labores de afino y ensacado. La nave de almacenamiento cuenta con un cerramiento a lo largo de todo el recinto de almacenamiento. El proceso de cribado y ensacado se realizan en la zona de la nave sin cerramiento.

2.6.4.9 Área de ensacado

El compost puede venderse a granel o ensacado. En un principio el compost se vendía exclusivamente a granel en grandes cantidades a ayuntamientos y empresas de jardinería principalmente, quienes se encargan de fletar el correspondiente camión hasta la planta, y recoger la cantidad de compost deseada.

Sin embargo, actualmente existe una demanda creciente de consumidores domésticos, tiendas especializadas y agricultores, que precisan de un producto ensacado por comodidad. Los consumidores domésticos podrán adquirir el producto en la misma planta, sin ningún límite mínimo de compra. Asimismo también se permitirá la venta a granel para los clientes que así lo deseen, encargándose ellos mismos del transporte de la mercancía.

Así pues, en la nave de almacenamiento, se dispondrá de una zona de ensacado con máquina ensacadora, con objeto de presentar el compost en sacos de 80, 50, 20 y 2-3 litros respectivamente cubriendo así todo el espectro de posibles clientes.

Los requisitos técnicos que debe cumplir la máquina ensacadora se recogen posteriormente. Debe poseer una cadencia de al menos 10 sacos de 80 Kg por minuto.

Con ello se consigue sobradamente dar respuesta a las necesidades de ensacado en cualquier circunstancia.

La zona de ensacado, se ubicará en la nave de almacenamiento, colindando con la zona de almacenamiento de compost. La nave de almacenamiento, acogerá tres zonas diferenciadas:

- Área de cribado.
- Área de almacenamiento de compost.
- Área de ensacado.

La nave de almacenamiento será de 88 metros de longitud y 30 metros de anchura, cuyo layout o disposición en planta quedan reflejados en los planos de la presente memoria. La zona de afino y ensacado, se encuentran en línea, en la cara sur de la nave y sin cerramiento, pues es un proceso que genera residuos de rechazo y susceptibles de ensuciarse con rapidez. La zona de almacenaje, se cierra totalmente,

separándola de la zona de ensacado y afino, en orden a mantener el compost en un lugar fresco y limpio.

Dimensiones de la nave	Teóricas	Calles	Total
<i>Largo (m)</i>	87	0	60
<i>Ancho (m)</i>	27	0	27
<i>Alto (m)</i>	6		6
Superficie (m ²)			2349

Tabla 2.19: Dimensiones de la nave de almacenamiento

2.6.4.10 Gestión de aguas y lixiviados

Globalmente la planta recoge aguas pluviales y lixiviados de forma diferenciada, y los reutiliza adecuadamente en aquellos puntos que no provocan situaciones medioambientales indeseables. Para ello se ha dispuesto una red lo más segregada posible.

En las diferentes etapas de la oxidación aerobia, hay una pérdida de volumen en la materia compostada manifestada en la generación de lixiviados potencialmente contaminantes por su alto contenido orgánico.

Sin embargo el proceso global es deficitario en agua y no sólo los lixiviados deben ser recirculados nuevamente sobre la masa en fermentación, sino que además, es necesario aportar ciertas cantidades de agua.

Los lixiviados procedentes de cada túnel de fermentación son recogidos en una arqueta y conducidos hasta otra general a la que también llega el agua procedente de la humectación del material bioactivo del biofiltro. Desde la arqueta general, el conjunto se dirige al depósito cisterna de lixiviados, situado enterrado, en la galería de servicios.

Se estima una generación de lixiviados de 100 litros por cada tonelada de entrada a planta. Así, en un año:

$$\text{Volumen} = 100 \text{ l/tn} \times 12.000 \text{ tn/año} = 1.200 \text{ m}^3/\text{año} \quad (15)$$

Se dimensionará el depósito para un mes de capacidad:

$$\text{Volumen depósito} = 1200/12 = 100\text{m}^3$$

(16)

Se dispondrá de un depósito fabricado en hormigón cuyas paredes serán obligatoriamente impermeabilizadas con polietileno de alta densidad.

Un grupo motobomba situado en la galería de servicios, permite impulsar nuevamente los lixiviados a los túneles de fermentación, cuando sea preciso. El proceso se encuentra totalmente automatizado y controlado a través de una computadora o cuadro de mandos. En su camino se encuentra un filtro que permite la eliminación de las partículas que pudieran contener, evitando así la obturación de las boquillas de riego de los túneles de fermentación.

El filtro dispondrá de un circuito para su limpieza formado por un sistema de contralavado con agua procedente de la red. El inicio del contralavado se determina por un sistema temporizado y por un presostato de presión diferencial. El agua resultante del contralavado es devuelta al depósito cisterna de lixiviados.

El riego de la masa en fermentación se puede realizar de dos maneras:

1. Por medio de la recirculación de lixiviados, desde el depósito de lixiviados.
2. Por medio de agua limpia, desde la red de abastecimiento general.

En condiciones normales, el riego se realiza con lixiviados, por medio de válvulas de asiento con pilotaje neumático gobernadas por el programa de control. De todas formas, al final de cada operación de riego con lixiviados se efectúa otra, durante cierto tiempo, con agua limpia, por estar indicada en la conservación de los equipos hidráulicos.

Además del depósito encargado de recoger y/o recircular los lixiviados procedentes de los túneles de fermentación, se proyecta una balsa para la recogida de los lixiviados procedentes de la plataforma de maduración.

La materia orgánica procedente de los túneles de fermentación no presentan gran necesidad de agua ni generan una gran cantidad de lixiviados

La balsa de lixiviados, se construirá a continuación del biofiltro, en un lateral de la plataforma de maduración, de forma rectangular de 22.5×12 metros de planta y 1 metro de profundidad.

La balsa de lixiviados estará conectada con el depósito cisterna para conseguir una mayor flexibilidad en la gestión de los lixiviados de la planta. La balsa es capaz de alojar 540 m^3 de lixiviados, casi el 25% de los generados en un año. En caso de encontrarse el depósito cisterna vacío y ante la eventual necesidad de lixiviados en los túneles de fermentación, podrán utilizarse los lixiviados de la balsa sin necesidad de

acudir a agua limpia procedente de la red, pues en general la humectación de la materia orgánica de los túneles con lixiviados es beneficiosa para la obtención de un compost de mayor calidad. Observar que si bien se ha dicho que la fermentación en túneles suele ser deficitario según varios expertos, la realidad es que depende mucho de la naturaleza de la materia a compostar, e incluso de factores tales como la dieta de los animales, el clima, los residuos vegetales a utilizar en la mezcla, etc. Lo cierto es que en la mayoría de las ocasiones va existir un flujo neto de lixiviados en el depósito de lixiviados, que deberá ser regularmente recogido por una empresa de residuos autorizada en el tratamiento de lixiviados de naturaleza orgánica.

Así pues, los lixiviados procedentes de los túneles de fermentación serán confinados en el depósito de lixiviados con fin a su recirculación en los túneles. Si existiese necesidad de recirculación en los túneles y el depósito de lixiviados se encontrara sin recursos, se procedería a utilizar lixiviados de la balsa. Si la balsa estuviera vacía se procedería con agua de red.

Cuando sea necesario humedecer el compost en estado de maduración, se efectuará siempre con agua limpia de red, mediante riego directo con manguera o a través del sistema de riego de la volteadora.

2.6.4.11 Depuración de olores y biofiltro

Uno de los objetivos básicos que ha de cumplir la instalación es la ausencia de olores molestos en los alrededores.

En condiciones normales de funcionamiento, los gases extraídos de los túneles están constituidos mayoritariamente por compuestos de fermentación aerobia, aunque, también pueden aparecer compuestos procedentes de fermentaciones anaerobias, responsables de olores repugnantes (CH_4 , SH_2 , mercaptanos, etc.). La presencia o no de estos compuestos puede deberse a:

- Bajas relaciones de C/N, apreciándose un desprendimiento de amoníaco.
- Pobre control de la temperatura, pudiendo llegar el compost a pirolizarse.
- Falta de oxígeno, simplemente por la necesidad de inyectar más aire, o bien por una humedad excesiva que no permite el paso del mismo a través del material, o favorece la creación de caminos preferenciales.

Hay muchas instalaciones capaces de eliminar malos olores tales como torres de absorción, torres rociadores, filtros de carbón activo, filtros biológicos, filtros de compost, e incluso se utilizan en ocasiones agentes y enzimas para romper las cadenas de algunos compuestos orgánicos olorosos.

La solución adoptada para la eliminación de los malos olores en esta planta de compostaje, es la depuración mediante biofiltro. Debe tenerse en cuenta que los gases procedentes de los túneles de fermentación, presenta polvo y amoníaco, imposibilitando su paso directo a través del biofiltro sin ser previamente acondicionados. El acondicionamiento se realiza mediante un scrubber con un humidificador en el frente del mismo, que además de separar el polvo, permite eliminar el amoníaco y disminuir la temperatura.

En los apartados siguientes se evalúan y calculan los caudales necesarios de inyección a los túneles y de extracción de las diferentes naves y finalmente se dimensiona el lavador o scrubber y el biofiltro.

2.6.4.11.1 Ventiladores de los túneles

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 25 m³/h por cada m³ de materia a compostar que entra en el túnel. Para el cálculo del caudal nominal del ventilador de cada túnel nos basamos en los siguientes datos:

- Volumen anual a tratar en los túneles 30585,66 m³/año
- Número de túneles 5 unidades
- Número de cargas al año 21cargas/año
- Ratio máximo de ventilación 25 m³/h/ m³ de materia a compostar

Así pues el volumen de materia orgánica (V) a compostar por cada túnel, en cada carga será igual a:

$$V = 30585.66/5/21 = 291.29 \text{ m}^3/\text{carga} \quad (17)$$

Así pues el caudal nominal máximo (Q), que debe satisfacer el ventilador a instalar en cada túnel es igual a:

$$Q = 291.29 \text{ m}^3/\text{carga} \times 25 \text{ m}^3/\text{h}/ \text{m}^3 \text{ a compostar} = 7282.3 \text{ m}^3/\text{h} \quad (18)$$

Cada túnel dispone de su propio ventilador construido en acero galvanizado, el cual, está montado justo encima del plenum que facilita la impulsión y evita pérdidas de carga innecesarias. El plenum distribuye el aire por el fondo del túnel para que pueda atravesar las losas perforadas y se reparta de forma homogénea en la masa a fermentar.

Después de atravesar la masa, aire y gases salen de los túneles a través de una abertura circular situada en las paredes de cada túnel, tal y como muestran los Planos de este Proyecto. Un colector de sección variable, construido en acero inoxidable, aspira de todas ellas y las envía a la etapa de tratamiento de gases y olores.

2.6.4.11.2 Aspiración de la nave de mezcla

Se proyecta la instalación de un sistema de extracción de gases hacia biofiltro en dos zonas diferenciadas de la nave de mezcla; máquina mezcladora y zona de almacenamiento de gallinaza.

Ventilador extracción máquina mezcladora

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 5 m³/h por cada m³ de gallinaza fresca que entra en la máquina mezcladora. Así, el caudal de extracción necesario se calcula como sigue:

$$8\text{ m} \times 7\text{ m} \times 5\text{ m} \times 5\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3 = 1400\text{ m}^3/\text{h} \quad (19)$$

Así pues debe instalarse un ventilador con capacidad de extracción de 1500 m³/h. El ventilador se construirá en acero galvanizado.

Ventilador extracción almacenamiento de gallinaza

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 5 m³/h por cada m³ de gallinaza fresca almacenada en la nave de mezcla. Así, el caudal de extracción necesario se calcula como sigue:

$$8.75\text{ m} \times 22\text{ m} \times 5\text{ m} \times 5\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3 = 4812\text{ m}^3/\text{h} \quad (20)$$

Así pues debe instalarse un ventilador con capacidad de extracción de 5000 m³/h. El ventilador se construirá en acero galvanizado.

2.6.4.11.3 Superficie de biofiltros

Se proyectan biofiltros como el mejor sistema y más acreditado, para control de olores en plantas de compostaje. Se dimensionan para un ratio de caudal/m² medio, de 200 m³/hora/m².

El biofiltro debe tratar además de la fracción de gases extraídos de los túneles no destinados a fermentación, el caudal de gases extraído de la nave de mezcla.

Para extraer el aire viciado de los túneles de fermentación se dispone de un grupo de dos ventiladores con capacidad de extracción de 20.000 m³/h.

Por otra parte el caudal máximo de aire de entrada a través del plenum de cada túnel es de 7500 m³/h. A su vez son extraídos un máximo de 6500 m³/h procedentes de la nave de mezcla correspondiente al caso más desfavorable (almacenamiento de gallinaza y funcionamiento del equipo de mezcla simultáneamente).

Teniendo en cuenta que una fracción variable del aire extraído en los túneles de fermentación se recircula y que las capacidades del ventilador de los túneles son máximas de funcionamiento y en la realidad no se extraen más de 5000 m³/h, el biofiltro nunca trataría más del siguiente flujo:

$$5 \text{ túneles} \times 5000 \text{ m}^3/\text{h} + 6500 \text{ m}^3/\text{h} (\text{nave de mezcla}) = 31500 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (21)$$

Así tenemos que se necesita una superficie global mínima de 157.5 m², resultado de la división del caudal de aire nominal, entre el ratio medio por m² de superficie de biofiltro.

Se dispondrá un biofiltro de dimensiones: 16.50 m × 12 m, equivalente a 198 m² superior a las necesidades mínimas previstas.

2.6.5 Equipos y accesorios

2.6.5.1 Báscula puente y control de pesaje

El sistema deberá constar de los siguientes conjuntos:

- Dispositivo receptor de carga.
- Dispositivo transmisor de carga.
- Células de carga.
- Caja sumadora.
- Terminal electrónico con salidas RS.232C.
- Poste con lector de tarjetas, visualizador de peso y alfanumérico para mensajes.
- Lector grabador de tarjetas microchip.
- PC compatible IBM con pantalla de 21", teclado, disco duro de mínimo 100 GB y grabadora-lectora CD-DVD.
- Impresora.
- Interfases y conexiones.
- Programa de gestión.

2.6.5.1.1 Dispositivo receptor de carga

El puente estará constituido por tres módulos independientes, que configuran la longitud total de la báscula. La construcción de los módulos es totalmente metálica a base de perfiles laminados y chapas de acero que conforman el piso de rodadura de los vehículos. Los módulos son compactos y se entregarán totalmente contruidos para su montaje sobre las células de carga.

A lo largo de la parte central de la báscula, se dispone de una tapa de registro, de chapa de acero con la finalidad de proceder en caso de necesidad a la limpieza del foso o de la parte inferior de la misma.

El montaje de los tres módulos que conforman la plataforma de la báscula es totalmente plano sin vigas laterales que sobresalgan, lo que facilita un mejor acceso de los vehículos a la misma, amén de evitar rozaduras y pinchazos en las ruedas.

El puente resultante será de gran solidez y resistencia, evitando flexiones debido a la operación de pesada y por la circulación de vehículos sobre el mismo, dando una gran fiabilidad a la operación de pesaje.

La báscula propiamente dicha se instalará en una solera de hormigón. Esta solera está debidamente reforzada mediante pilares en los puntos de apoyo donde radican los grupos de células de carga.

2.6.5.1.2 Dispositivo transmisor de carga

Está compuesto por seis grupos de célula de carga, cada cual constituido por:

- Una placa de anclaje que fija el sistema a la obra civil.
- Una placa base que fija la célula de carga a la placa de anclaje.
- Un soporte a bolas. A través de un mecanismo de rótulas y bolas, transmite el esfuerzo a la célula de carga, produciendo un efecto autocentrante y evitando las cargas laterales y transversales sobre las células de carga.

2.6.5.1.3 Células de carga

La báscula constará de 6 células de carga repartidas en el contorno de la plataforma, encargadas de transformar los esfuerzos mecánicos originados por la carga depositada en la plataforma, a una señal eléctrica de bajo voltaje, que será llevada al terminal electrónico.

2.6.5.1.4 Caja sumadora condensadora

Es el punto de unión de las ocho células de carga y su misión es compensar las distintas sensibilidades de las mismas. La salida de la caja sumadora va conectada ya al terminal electrónico de pesaje.

2.6.5.1.5 Indicador electrónico

Constará de los siguientes elementos

- Seis dígitos numéricos de 20 mm. de alta luminosidad.
- Pulsador de auto-tara.
- Pulsador de bloqueo de tara.
- Cinco diodos led rojos, indicadores de: centro cero, peso dentro de la zona mínima, peso estable, existencia de tara y tara bloqueada.
- 3.000 divisiones externas.
- 9.000 divisiones internas.
- Microprocesador 78CP 18 (NEC).
- Programación de los parámetros de calibrado mediante tres pulsadores internos.
- Salida RS.232C para conexión a ordenador.
- Rango de temperatura de 0 °C a 40 °C.
- Tensión de funcionamiento: 220Vac + 10%, - 15%, 50 Hz.

2.6.5.1.6 Poste indicador a pie de báscula

Fabricados en chapa de acero de 4 mm. y diseñados para su ubicación a la intemperie, con visera protectora (protección 1P-63/IP65) y dispuestos a una altura accesible al conductor del vehículo, pintado de color amarillo tráfico y protección anticorrosiva.

Estará compuesto de:

- Un visor de peso de seis dígitos de 13 mm de altura y gran luminosidad.
- Un visor alfanumérico de 16 caracteres, de altura 10 mm y visor tecnología FIP para la emisión de los mensajes.
- Una placa electrónica CPU controladora del proceso.

2.6.5.1.7 Lector-grabador de tarjetas microchip

Conectado al ordenador vía RS.232 mediante el cual se procede a introducir los datos en la memoria de la tarjeta y situado al lado del PC de la caseta de recepción.

2.6.5.1.8 Computadora

La computadora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Intel Pentium 4 515 2,93 GHz

- Memoria 512 MB DDR y Disco Duro 160 GB
- Grabadora y Lector DVD Doble Capa
- T. Gráfica ATI X300 PCI Express 128 MB
- USB 2.0 y FireWire
- Teclado ergonómico y Ratón óptico
- Lector Multitarjetas
- Windows XP Home

Asimismo incluirá pantalla TFT de 17 pulgadas o similar.

2.6.5.1.9 Impresora

La impresora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Resolución 4800 x 1200 ppp
- Velocidad 23 ppm negro y 18 color
- Escáner resolución 4800 x 1200 ppp
- Profundidad de color 48 bits
- Lector de tarjetas
- Pictbridge "impresión directa"
- Impresión doble cara manual

2.6.5.1.10 Programa de gestión

Un programa de gestión será habilitado como software del computador personal, para el control de las entradas y salidas a la planta, elaboración de albaranes y facturación. Se prevé que a la Planta de Tratamiento lleguen dos tipos distintos de camiones:

- Camiones no habituales, cuyo acceso a la planta de tratamiento es puntual y no se conozca la tara del camión. Los camiones no habituales, al no conocerse su tara y por tanto, no estar registrada, deberán pesar a la entrada y a la salida de la Planta, y por diferencia de ambos pesos se conocerá la cantidad de residuos introducida en la Planta. A su vez se procedería a registrar la tara del camión en el sistema informático, hasta ese momento desconocida.
- Los camiones habituales, al ser conocida su tara y estar registrada en el sistema informático, sólo deberán pesar a la entrada de la Planta y por diferencia con la tara se calculará el peso de los residuos introducidos en la planta.

A continuación en la tabla de la página siguiente se muestran los datos que deberemos de tener en cuenta.

Tipo	Cantidad / Concepto
Carga máxima	60 toneladas
Dimensiones	Para vehículos de gran tonelaje
Material de la plataforma de pesaje	Metálico anticorrosión
Sistema de pesada	Electrónico
Número de células de carga	6 unidades
Tipos de acceso a las células de carga	Tapa de registro
Impresión de albaranes o recibos	Si
Control externo mediante computadora	Si
Duración del proceso de pesaje	Menor de 45 segundos

Tabla 2.20: Requisitos para la báscula de pesaje

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

2.6.5.2 Trituradora

Las trituradoras, son máquinas desplazables montadas sobre remolque, idóneas para la trituración de desperdicios forestales, vegetales, restos de poda y maderas en general. En las citadas aplicaciones, la trituradora debe proceder a un perfecto desfibrado que minimice los volúmenes iniciales de estos desperdicios y los transforme en un perfecto estructurante para procesos posteriores de compostaje, en el caso de la poda y fracción vegetal.

2.6.5.2.1 Funcionamiento de la trituradora

Carga de material

- La carga de material en la cinta de recepción, se recomienda realizar con una pala cargadora o pulpo.

Entrada de material

- Una cinta articulada de placas metálicas, de velocidad variable, con tolva incorporada, recepciona el material y lo transporta hasta la boca de entrada, donde una cinta superior, regulable automáticamente en altura en función del flujo de material, introduce éste de una forma dosificada en el rotor/triturador, para su desfibrado.

Mecanismo de corte

- En el mecanismo de corte se desfibran todos los materiales introducidos por las cintas. El rotor incorpora martillos, pendientes en su periferia, que pasan por la contracuchilla fijada en el bastidor de la máquina, que trituran el material.
- Detrás del rotor se incorpora una criba, para lograr distintas granulometrías.

Dispositivo automático de sobrecarga

Si se producen sobrecargas por un exceso de material, se pone en marcha un dispositivo automático de emergencia y se paran las cintas transportadoras de entrada, hasta que el motor de accionamiento del rotor vuelve a funcionar libremente. El dispositivo es accionado por unos sensores de carga máxima que incorpora la cinta superior que a su vez, hace retroceder la cinta inferior durante un período de tiempo que puede ajustarse según necesidades.

Salida de material

El mecanismo de corte expulsa el material triturado al suelo, a través de unas tolvas regulables en altura, o a un transportador de salida.

2.6.5.2.2 Datos técnicos requeridos

Las características técnicas requeridas a la trituradora son las recogidas en la siguiente tabla:

Características	Valores
Abertura de entrada	Entre 800 y 900 mm
Longitud de entrada libre	Entre 3500 y 4000 mm
Entrada superior	Transportadora de placas
Entrada inferior	Transportadora de placas
Accionamiento del rotor	Embrague hidráulico
Combustible de alimentación	Gasóleo
Capacidad del depósito	Entre 200 y 300 litros
Dispositivo automatico de sobrecarga	Si
Granulometría de material	Si
Tolva de recepción	mayor de 5 m ³
Apoyo regulable máquina	Si
Control entrada anti-atascos	Si
Rendimiento de entrada	125-175 m ³ /h
Rendimiento de salida	70-100 m ³ /h
Nivel sonoro	Menor de 100 db

Tabla 2.21: Datos técnicos requeridos a la trituradora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

2.6.5.3 Mezcladora

Para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje, es necesario la utilización de un homogeneizador o máquina de mezcla. Con esta máquina, se podrá realizar la homogeneización y mezcla de los residuos orgánicos.

El modelo requerido es un homogeneizador triturador universal móvil y estacionario para preparar la materia orgánica. El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte. En cualquier caso la mezcladora alcanzará un rendimiento máximo de al menos 55 m³/h. Este rendimiento garantiza las necesidades de aprovisionamiento de materia orgánica de los túneles de fermentación, ya que es capaz de tratar 114000 m³ al año (260 días-año, 8 horas-día), y las necesidades de la planta de compostaje son de 31579 m³ año.

El triturado y mezclado es posible gracias a 4 vis-sin-fines, que mantienen el material en un movimiento circular intensivo. Al alimentar mediante una transportadora y una báscula electrónica, es posible una definición exacta de la proporción de mezcla y una automatización del proceso.

También será posible el llenado tradicional de la mezcladora, con pala cargadora mediante la tolva superior de la mezcladora.



Figura 2.15: Foto de máquina mezcladora

A continuación una tabla con los principales datos técnicos y características del equipo de mezcla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Accionamiento	2 electromotores de 75 KW
Rendimiento	Hasta 55 m ³ /h
Capacidad del depósito	Mayor de 15 m ³
Unidad de mezcla	4 vis-sin-fines
Accionamiento unidad de mezcla	Embrague hidráulico
	Tolva ajustable fija
Dimensiones-Diseño de referencia	Longitud total: 6,740 mm
	Ancho total: 2.200 mm
	Altura total: 3.265 mm
	Altura de carga: 2.720 mm
Dimensiones-Funcionamiento	Ancho de carga: 4.000 mm
	Profundidad de carga: 2.710 mm

Tabla 2.22: Requisitos técnicos de la máquina mezcladora

2.6.5.4 Túneles de fermentación

Los Túneles de fermentación constituyen la pieza clave de la planta de compostaje, por ello se expondrá primero una breve descripción de las características generales de los mismos, para a continuación describir detalladamente las especificaciones técnicas de los túneles y el sistema de compostaje desarrollado en ellos.

El compostaje en compotúneles o túneles de fermentación se apoya en una tecnología que permite un control más estricto del proceso:

- Disminución del tiempo de proceso.
- Recogida y reutilización de lixiviados.
- Reducción de malos olores.
- Posibilidad de construcción cerca de núcleos de población.
- Optimización de los espacios.

Los compotúneles son, genéricamente, recintos paralelepípedos herméticos contruidos en hormigón, hecho en obra o de piezas prefabricadas, con una entrada provista de una puerta aislante y cierre estanco, a través de la que se carga y descarga el material a compostar. Su tamaño puede oscilar entre 10 y 40 m de longitud, siendo la comprendida entre 15 y 25 la más acostumbrada, con una anchura y altura de 5 metros.

En nuestro caso serán de 20 m de longitud.

Presentan una gran robustez, acentuada por el hecho de que ninguna de las partes delicadas del sistema está en contacto con el material en descomposición.

El control de parámetros del proceso se realiza por medio de un equipo de sondas que permite conocer en todo momento:

- Temperatura de los gases de entrada.
- Temperatura de los gases de salida.
- Temperatura de la masa en proceso.
- Presión de los circuitos de gases.
- Caudal de gases en movimiento.

Estas medidas son transmitidas a un autómata programable que a su vez envía los datos a un PC configurable que activa los sistemas de variación de las condiciones limitadoras del proceso. Las rectificaciones se realizan actuando sobre los niveles de temperatura, humedad y presencia de gases tanto en las masas como en los flujos de gases.

El banco de datos o historial, que va recogiendo la memoria del computador, aporta valiosa información para el conocimiento y mejora del proceso de compostaje.



Figura 2.16: Fotografía de túnel de compostaje

2.6.5.4.1 Características generales

El suelo perforado especial de bajo mantenimiento permite el llenado y el vaciado rápido. La losa de hormigón armado, con perforaciones cónicas convenientemente distribuidas, permite el paso de maquinaria consiguiendo llenar el túnel inmediatamente después de vaciarlo, sin interrumpir la operatividad, y permitiendo el acceso en caso de necesidad. Cabe destacar que todo el sistema de recirculación de lixiviados y de ventilación se encuentra bajo la loseta de hormigón, no estando en contacto con la materia fermentada.

Los túneles presentan compuertas de succión en la parte superior delantera con el fin de asegurar la entrada uniforme de aire por depresión. Las aberturas, de sección

cuadrada, están protegidas con válvulas de persiana y filtros de mallas. La sencillez de sus mecanismos asegura su eficacia y su duración.

El circuito de gases es muy corto para evitar pérdidas de carga y otros problemas mientras los plenum del túnel y del biofiltro están inmediatamente dispuestos, de forma que el ventilador, colocado entre ambos, nos permite conductos muy cortos, resultando una pérdida de carga total, debida a la instalación, prácticamente nula.

Los ventiladores son de transmisión, de alto rendimiento y gran flexibilidad para operar con una gama amplia de materiales, y están protegidos contra la corrosión. Tienen construcción robusta, alto rendimiento y están diseñados para el trabajo continuo.

Diseñados sobradamente dimensionados y con una curva presión/caudal amplia y flexible, nos permite trabajar desde grandes caudales para materiales porosos y muy energéticos hasta materiales más compactos que precisen elevadas presiones de trabajo. La turbina es de reacción autolimpiante, soportando bien la presencia de partículas.

El sistema automático regula la recirculación de gases, obteniendo un mejor rendimiento del proceso. Por otro lado, el sistema de recirculación permite mejorar el funcionamiento del biofiltro en momentos de demanda de trabajo de filtrado puntualmente altos. Las canalizaciones de la recirculación están ubicadas en la galería de servicio, cuyas especificaciones técnicas se describirán en el siguiente apartado.

El biofiltro de alta eficiencia, es de diseño propio y está ampliamente experimentado. Construido de hormigón, tiene colocadas en su base unas losas perforadas de hormigón armado similares a las del túnel, formando un plenum a sobrepresión que distribuye eficazmente los gases en el biofiltro. El material filtrante está formado por una serie de capas de sustancias activadas (corteza de pino triturada) de diferentes porosidades y probada eficacia

El control del proceso, que activará y desactivará cada uno de los sistemas según esté programado, se lleva a cabo en distintos puntos, cuyo seguimiento se realizará a través de la pantalla del ordenador. Dicho control comprende:

- Control de temperatura y gases, con tres sondas por túnel, en la masa del material. Las tres sondas del túnel indican la temperatura, el nivel de oxígeno y el de anhídrido carbónico real de puntos del interior de la masa. El programa de control nos permiten elegir qué punto utilizar para la regulación del proceso, o bien utilizar la media de dos o más de ellos, quedando las mediciones no utilizadas como referencia para apreciar si hay grandes diferencias entre las distintas zonas del material.

- Medición de temperatura, oxígeno, anhídrido carbónico, amoníaco, caudal y presión en los conductos de gases de aspiración. Esta información es útil para tomar decisiones manuales o del programa respecto a diferentes circunstancias de marcha del proceso, como ventilación, riego, puesta en marcha de la ventilación, etc.
- Medición de la presión en la entrada y salida de gases, para controlar compactación del material, en los túneles y en el biofiltro. Nos indica la presión de trabajo a la entrada y salida del ventilador que es lo mismo que la pérdida de carga en la masa del material del túnel y del biofiltro respectivamente. La primera nos mide el nivel de porosidad del material que hemos introducido en el túnel así como su compactación a través del tiempo de proceso; La segunda es uno de los indicadores del buen funcionamiento del biofiltro ya que si desciende en el tiempo puede ser debido a la creación de vías preferentes y si aumenta excesivamente implica su extrema compactación y fin de vida de los materiales que lo componen. En ambos casos el funcionamiento del biofiltro es deficiente y procede la renovación de la película de material activante.
- Medición de la temperatura en biofiltro. Lectura en tres puntos relacionados directamente con las emisiones de gases procedentes de los túneles. Nos da información útil para el control del nivel de actividad biológica del biofiltro.
- Medición de la temperatura ambiente para incidir en el programa de control como referencia de las características del aire fresco de entrada al proceso.
- Regulación de la humedad, en los túneles, con un sistema de atomizadores automáticos. Si bien con unos márgenes un tanto amplios, conviene mantener un nivel de humedad adecuado durante el proceso de descomposición. Pero dependiendo del material y de las condiciones ambientales, puede alcanzarse niveles de humedad demasiado bajos que el sistema automático de riego permite corregir en cierta magnitud ayudado por el aire en aspiración.
- Recogida y reincorporación de los lixiviados. Todos los lixiviados que puedan producirse en los túneles y en el biofiltro son recogidos mediante sistemas de cierre sifónico y trasladados al depósito cisterna de recogida de lixiviados.
- La ventilación está en función de la temperatura, el oxígeno y el anhídrido carbónico. En cada fase del proceso, el programa controla que la temperatura no sobrepase el valor deseado mediante sobreventilación. Pero también ventila en el momento que el nivel de oxígeno en la masa del material cae por debajo del valor preestablecido para evitar el proceso anaeróbico.

El PLC o autómatas, es robusto, compacto y modular, de gran fiabilidad y fácil ampliación. Es un PLC sin mantenimiento, muy experimentado en muchos miles de instalaciones en todo el mundo. Contiene el programa de control, las tablas y registros de datos. Se comunica con dos computadoras periódicamente, pero funciona autónomamente.

Una computadora nos presenta los datos de todas las variables, los valores de consigna y otros datos significativos del proceso al instante. También puede mostrarnos numérica o gráficamente la evolución de la combinación de variables que deseemos visualizar en diferentes escalas y períodos de tiempo.

El programa permite la visualización "on Line" de todas las variables del proceso de forma digital y gráfica en una computadora, además de otras opciones, como el idioma de presentación, la acumulación del historial, etc.

También permite optimizar el rendimiento de los motores, evitando posibles sobrecargas y ajustando el consumo a las tarifas y al factor de potencia más favorables.

De esta forma podemos garantizar un programa de control flexible, configurable y de fácil manejo.

2.6.5.4.2 Especificaciones técnicas

2.6.5.4.2.1 Especificaciones básicas de diseño

Las especificaciones básicas de diseño son las que se recogen en la siguiente tabla:

Especificaciones de diseño	Valores
Altura normal de llenado	3 m
Tamaño de los túneles	20 m x 5 m x 3 m
Número de túneles	5
Carga máxima	1,55 tn/m ²
Capacidad de llenado por túnel	114 tn
Volumen de cada túnel	300 m ³
Duración del período de proceso	2 semanas

Tabla 2.23: Especificaciones de diseño

2.6.5.4.2.2 Especificaciones del sistema de ventilación

Conductos de extracción de aire

En la parte superior trasera de los túneles, se instala un simple conducto de succión, que permite el escape de los gases producidos por la materia orgánica al fermentar, para su posterior tratamiento en biofiltro. Las características de los conductos de descarga se presentan en la tabla que se expone a continuación.

Especificaciones de diseño	Valores
Material	AlMg3
Diámetro	400 mm
Longitud total	20 m

Tabla 2.24: Especificaciones de ventilación de descarga

Rejilla de suministro de aire fresco del exterior:

El suministro de aire exterior, junto con la recirculación es el encargado de asegurar que el contenido en O₂ y la temperatura de la materia fermentada, se encuentra dentro de los valores óptimos. El suministro de aire fresco permite regenerar el aire y subir o bajar la temperatura básicamente. El control del contenido en O₂ se realiza a través del aire recirculado, que penetra a través del perforado de la loseta de hormigón.

Los túneles presentan compuertas de succión en la parte superior delantera con el fin de asegurar la entrada uniforme de aire por depresión. Las aberturas, de sección cuadrada, están protegidas con válvulas de persiana y filtros de mallas. La sencillez de sus mecanismos asegura su eficacia y su duración.

La dimensión de la rejilla de succión, de sección cuadrada, será de 1m × 1m y fabricada en una aleación de AlMg3

Rejilla de extracción de aire:

Se instalará una rejilla de extracción, idéntica a la de succión, en la parte trasera del túnel, a fin de extraer los gases del túnel con dirección al biofiltro. Así pues, la dimensión de la rejilla de succión, de sección cuadrada, será de 1m × 1m y fabricada en una aleación de AlMg3.

Grupo de ventilación del túnel:

Cada túnel, tiene su propio sistema de ventilación. Cada grupo de ventilación, ver tabla de la página siguiente:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
1 x Ventilador radial	
Caudal	7500 m ³ /h
Potencia	22 KW
Tipo de conducción	Directa
Material	SS
1 x Válvula de aire fresco	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de recirculación de aire	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de seguridad	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula-conducto extracción	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Válvula-conducto aspiración	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Conducto de recirculación de aire	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	3 m

Tabla 2.25: Grupo de ventilación de cada túnel

Sistema de extracción de aire

La extracción de aire viciado desde los túneles, es transportado a través de un conducto hasta el biofiltro. Para esto se instalan dos ventiladores centrífugos con capacidad de extracción máxima de 20000 m³/h cada uno, de frecuencia y presión controlada que dirige el aire extraído hacia el biofiltro. Previamente a su paso por el biofiltro se trata en un scrubber, que lleva instalado un humidificador en el frente del mismo.

Debe tenerse en cuenta que los gases procedentes de los túneles de fermentación, presentan polvo y amoníaco, imposibilitando su paso directo a través del biofiltro sin ser previamente acondicionados. El acondicionamiento se realiza mediante un scrubber, que además de separar el polvo, permite reducir la cantidad de amoníaco y disminuir la temperatura.

A su vez la incorporación del humidificador proporciona:

- Un efecto de lavado sobre el amoníaco contenido en el aire, a fin de ayudar al scrubber a rebajar el contenido del mismo, hasta unos parámetros tolerables para el biofiltro.
- Una humidificación del aire por encima del 98%.
- Un aumento de la aireación del proceso que ayuda a reducir los niveles de olor al biofiltro.

Las especificaciones técnicas del grupo de extracción se recogen en la siguiente tabla:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
Ventilador de extracción	
Tubos de conducción	AlMg3
Ventilación	0-20,000m ³ /h
Potencia	30 KW
Diferencia de presión	3,000 Pa
Número	Dos unidades
Material	SS
Especificaciones del humidificador	
Posición	Horizontal
Tamaño	2500 x 3000 x 4000
Caudal de agua	30 m ³ /h
Humidificación del aire	98%
Número	Una unidad
Scrubber	
Material	PP
Capacidad	0-20,000 m ³ /h
Tamaño	Diámetro 1750 mm
Altura	6,5 m
Reducción acidez	96% H ₂ SO ₄
Bomba	40 m ³ /h
Motor	7,5 KW
Eficiencia	90-95%

Tabla 2.26: Especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases

2.6.5.4.2.3 Sistema de recogida y recirculación de lixiviados

Los lixiviados generados por la descomposición de la materia orgánica al fermentar, son recogidos a través de un sumidero, ayudado gracias al diseño en pendiente del suelo de los túneles. Debajo del hormigón se instala un sistema de cañerías que permite la recogida de los lixiviados y su posible recirculación o envío al depósito cisterna. Cada túnel tiene su propio sistema de drenaje, que conecta con el canal principal de drenaje, desde el cual los lixiviados son continuamente bombeados hacia un filtro. Una vez en el filtro, los lixiviados son bombeados hacia el humidificador, y

posterior envío a depósito y/o recirculación. Gracias al humidificador, el agua es suficientemente aireada.

Sistema de recogida de lixiviados

Las especificaciones técnicas de los conductos de recogida de lixiviados, y posterior envío hasta el humidificador, son las que se recogen en la siguiente tabla.

Concepto	Tipo / Valor
Material	PVC
Longitud	125 m
Tamaño	DN 50

Tabla 2.27: Especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados

Filtro de lixiviado

Los lixiviados recogidos, son transportados a un filtro, donde se separan las partículas orgánicas que contienen. Las especificaciones técnicas del filtro se exponen a continuación.

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de aspiración	10 m ³ /h
Motor	1,5 KW
Filtro-colador	Forma en arco: 12-24 m ³ /h
Tamaño de filtrado	0,75 mm
Cañería	PVC, DN 16 mm
Material del filtro	S.S

Tabla 2.28: Especificaciones técnicas del filtro

Sistema atomizador de recirculación de lixiviados

Cada túnel estará equipado con su propio sistema atomizador de lixiviados, o sistema de recirculación. Los lixiviados son captados del depósito cisterna de lixiviados, gracias a la instalación de una bomba de recirculación. El control y seguimiento del proceso se realiza 'on line', a través de una computadora. El sistema está por tanto completamente automatizado.

Las especificaciones técnicas del sistema de recirculación son las que se exponen en la siguiente tabla:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de recirculación	40 m ³ /h
Potencia	11KW
Número	1
Válvulas bidireccionales	6 unidades
Conexión	1,5"
Cañería interna túnel	PP
Control	Neumático

Tabla 2.29: Especificaciones técnicas del sistema de recirculación de lixiviados.

2.6.5.4.2.4 Automatización del proceso de control

Una computadora central controla el proceso de compostaje. La temperatura de la materia fermentada es conocida en todo momento gracias a tres sensores o sondas, las cuales se introducirán en los túneles de fermentación a través de unos taladros situados en el techo de los túneles.

Los siguientes parámetros son medidos:

- Temperatura del material.
- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del aire de salida.
- Tanto por ciento de oxígeno.
- Volumen de aire de entrada.
- Presión de la materia fermentada.

Los siguientes parámetros son controlados:

- Ventilación de la materia.
- Volumen del aire de entrada.
- Volumen de aire recirculado.
- Válvulas de control de suministro y recogida de lixiviados.
- Nivel del tanque de recogida de lixiviados.
- Cantidad de lixiviados utilizados en la recirculación.

Los siguientes parámetros del biofiltro son medidos:

- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del filtro.

Los siguientes parámetros del biofiltro son controlados:

- Temperatura del aire de entrada al biofiltro.
- Volumen de aire que entra al biofiltro.

Introducción al sistema de control

El sistema de control consta de dos computadoras, la computadora de visualización y la computadora de control. Estas dos computadoras, permiten el completo control y seguimiento del proceso de compostaje. En la computadora de visualización, el operador, puede comprobar el estado de la instalación y evaluar o ajustar los parámetros del proceso, si es necesario. La computadora de control monitoriza el proceso de compostaje y está conectado a un PLC. Los parámetros de control, para la computadora de control, son introducidos través de la computadora de visualización.

El software de la computadora de control, dirige el proceso de entrada/salida y recirculación de aire, y el proceso de gestión de lixiviados. El software de control ajusta la temperatura, nivel de humedad y oxígeno a fin de mantener los diferentes parámetros que influyen en la calidad del compost, en niveles óptimos. La computadora de control puede dirigir el proceso directamente (sin utilizar la computadora de visualización). Sin embargo, sólo personal cualificado debe manipular la computadora de control. El software es escrito en Visual Basic, pudiendo ser modificado cuando sea requerido. Con estas modificaciones, el operario puede mantener el completo control sobre la instalación.

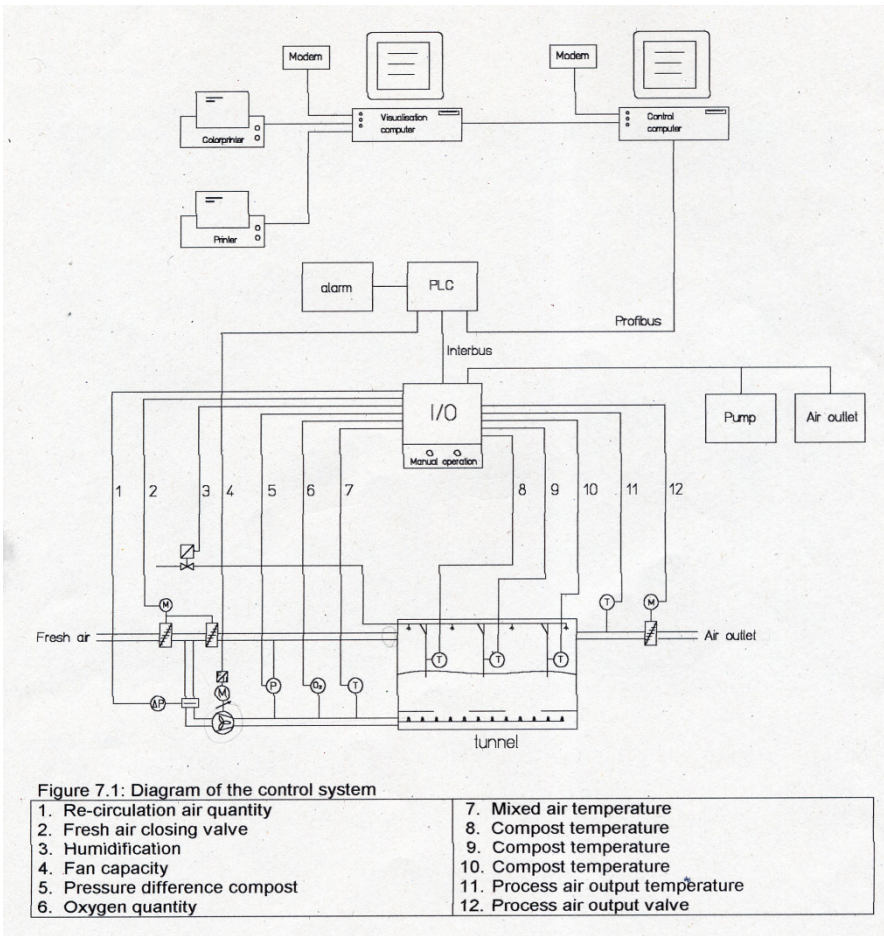


Figura 2.17: Automatización del sistema de control.

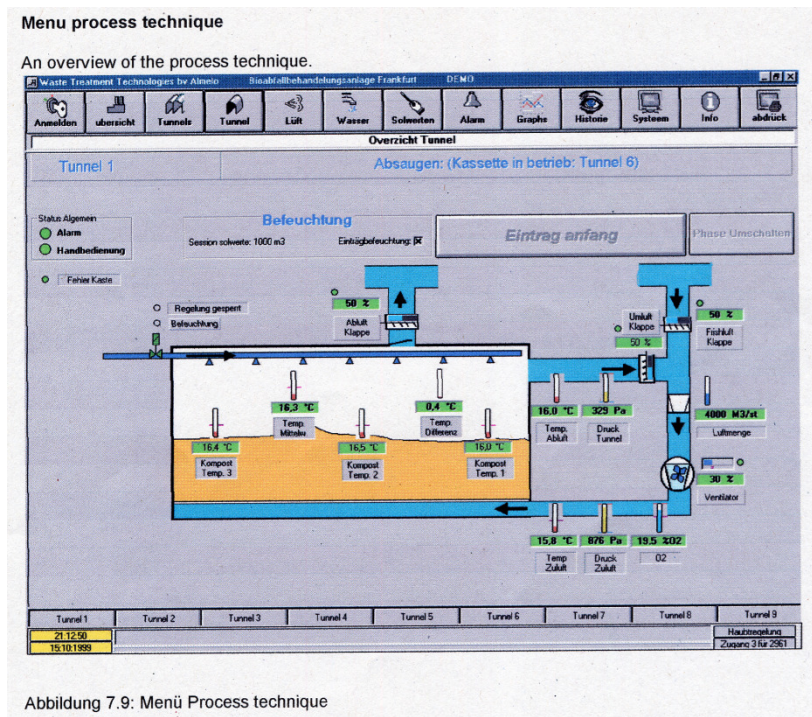


Figura 2.18: Software de control de la planta de compostaje.

2.6.5.5 Trommel

Para conseguir un alto grado de calidad del compost obtenido, el producto estabilizado, procedente del área de maduración, debe ser cribado para eliminar aquellos componentes no fermentados en su totalidad y la fracción de producto con granulometría superior a la establecida. De esta forma se consigue obtener un producto con la granulometría adecuada y exenta de elementos impropios.

Esta operación se realiza mediante un cribado selectivo, en una máquina denominada trommel, del que se obtienen dos fracciones, una fracción pasante (hundidos del cribado) y otra fracción no pasante considerada como rechazos.

Se dispondrá de un trommel o máquina cribadora para separar 2 fracciones que se adapte perfectamente a las características del compost.

El rendimiento de cribado depende de la carga, del material y de las aberturas de malla. La cribadora será capaz de satisfacer las siguientes prestaciones:

- Accionamiento mediante motor diesel, o bien motor diesel y generador.
- Potencia mayor de 45 CV.
- Alcanzar un rendimiento máximo de hasta 70 m³ por hora.
- Trabajar de forma efectiva gracias a una tolva de carga grande con una capacidad mínima de 3,0 m³ y una superficie de cribado mayor de 16 m².
- Fácil manejo de las transportadoras de descarga plegable y desplegable así como seguridad de funcionamiento gracias a la marcha recta automatizada, la

protección contra sobrecarga de la tolva de carga y el sistema de protección del motor.

- Mantenimiento óptimo a través de la fácil accesibilidad de todos los grupos y un sistema simple de cambio del tambor.

Asimismo será capaz de satisfacer las siguientes prescripciones técnicas, recogidas en la tabla que se expone a continuación:



Figura 2.19. Fotografía de un trommel

Concepto	Tipo / Valor
Tambor de cribado	
Construido en chapa de acero de espesor:	5 mm
Diámetro	Mayor de 1300 mm
Longitud	Mayor de 3900 mm
Dimensiones de apertura de malla de la criba	10 y 25 mm
Cinta descarga de compost de cribado	
Inclinación variable	Sí
Altura de descarga	Superior a 2 m
Levantamiento hidráulico	Sí
Accesorios	
Cepillo rotativo limpiador	Sí
Carenado de protección en toda la máquina	Sí
Dispositivo de seguridad en sobrecarga	Sí

Tabla 6.30: Requisitos técnicos exigidos al trommel de afino



Figura 2.20: Foto de máquina cribadora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

2.6.5.6 Equipos móviles

2.6.5.6.1 Pala Cargadora

La manipulación de productos por parte de la pala cargadora comprende las siguientes tareas:

- Carga de la materia orgánica desde la zona de recepción, hasta la nave de mezcla para alimentar la tolva de la mezcladora.
- Carga de los túneles de fermentación.
- Descarga de los túneles de fermentación, y transporte de la materia a la nave de maduración, a fin de completar el proceso de compostaje.
- Transporte de los rechazos del trommel hacia el contenedor de rechazo.

Las especificaciones de funcionamientos serán las recogidas en la tabla que se expone:

Concepto	Tipo / Valor
Capacidad mínima de cucharón	3,5 m ³
Altura libre de descarga a máxima elevación	2700 mm
Altura total máxima con cucharón en máxima elevación	6000 mm
Círculo de giro máximo	6800 mm

Tabla 2.31: Especificaciones de funcionamiento requeridas a la pala cargadora

Las características técnicas requeridas se exponen a continuación:

Motor

- Diesel turboalimentado, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
- Potencia neta mayor de 75 KW.
- Radiador modular para refrigeración por agua.
- Filtros de aire tipo seco, con elementos primario y secundario, eyector de polvo e indicador del nivel de suciedad del filtro.
- Enfriador por agua del aceite del motor.
- Anclajes del motor al chasis por tacos de goma para amortiguar vibraciones.
- Arranque eléctrico directo a 24 voltios.

Transmisión

- Caja de cambios planetaria, de accionamiento hidráulico. Una sola palanca para cambios de marchas y de sentido a pleno régimen del motor.
- Cuatro marchas en avance y cuatro en retroceso.

Neumáticos

- Sin cámara, llantas desmontables.

Frenos

- De servicio: De disco enfriado por aceite con doble circuito y accionamiento oleoneumático, totalmente estancos, sellados y libres de ajustes. Circuitos de frenos independientes en ambos ejes.
- De estacionamiento: Mecánico, tipo zapata, montado sobre el eje de salida de la transmisión y de aplicación manual.
- Freno auxiliar: Incluido en el freno de servicio. Cuando la presión baja en uno de los circuitos de aire, la presión del segundo circuito actúa sobre uno ó los dos ejes.

Dirección

- Articulación en el punto central de forma que las ruedas traseras siguen las huellas de las delanteras y viceversa.
- Accionamiento totalmente hidráulico. Una bomba de paletas alimenta el caudal hidráulico necesario y dos cilindros hidráulicos de doble acción realizan el giro de la maquina.
- Ángulo de dirección 40 grados a cada lado.

Mandos hidráulicos

- Circuito de Elevación con las siguientes posiciones: Elevación, fijo, descenso y libre con dispositivo de parada automática ajustable a cualquier altura.

- Circuito de inclinación: Posicionado automático del cucharón ajustable al ángulo de carga deseado.

Cabina

- Cabina antivuelco Cumpliendo las normativas europeas y americanas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Limpiaparabrisas delantero y trasero.
- Alarmas sonoras y visuales de fallo de órganos principales.

Equipos

- Faros halógenos delanteros y traseros.
- Alarma sonora de retroceso con bocina.
- Guardabarros estándar.
- Mangueras hidráulicas flexibles XT-3 y XT-5 de alta resistencia.
- Dirección de emergencia.

Características

- Indicador de nivel del depósito de aceite hidráulico.
- Elementos de fijación de articulación para transporte.
- Conductos hidráulicos flexibles blindados y armados.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.



Figura 2.21: Foto de pala cargadora

2.6.5.6.2 Volteadora

2.6.5.6.2.1 Características generales más importantes

Cilindro volteador, forma de la pila y acopio

La forma, el acopio y la mezcla óptima de la pila son las condiciones previas para conseguir una fermentación aerobia favorable.

Durante el primer volteo después de formar la pila de compostaje, en la que el material de entrada todavía es heterogéneo, deberá mezclarse adecuadamente y apilarse de forma descompactada formando hileras de sección trapezoidal, en la forma y manera explicada anteriormente.

Durante los volteos subsiguientes, el material que se encuentra en ambos lados de la pila deberá ser desplazado hacia el centro reapilándolo de nuevo, para asegurar una correcta homogeneización e higienización del compost.

En ambos extremos, lateralmente al cilindro volteador, la máquina deberá estar equipada con herramientas de trabajo similares a vis-sin-fines de paso a la izquierda o a la derecha para facilitar el reapilado de la materia. En la zona central, el cilindro volteador estará dotado de herramientas de lanzamiento para lograr que el material se desplace desde el exterior hacia el interior de la parva, trasladando el material hacia atrás para conformar la nueva pila garantizando la descompactación y el necesario oreo del compost.

El cilindro volteador tiene una conexión fija con el bastidor que podrá levantarse un mínimo de 400 mm a través del chasis telescópico lo que permite realizar desplazamientos rápidos de maniobra sin impedimento y por otra parte posibilita la opción de evitar el volteo de la capa de estructura.

Rascador

Detrás del cilindro volteador, encima de un tubo transversal, estarán colocadas las palas de limpieza articuladas que se adapten al nivel existente del suelo. Estas procuran que también se pueda recoger y voltear la capa más baja de 2-3 cm que está fuera del alcance del cilindro volteador.

Al eliminarse constantemente este material, no deja que se forme un pie de pila que pudiera ser una fuente de malos olores.

Palas con alimentación activa

Las palas laterales, son abatibles hidráulicamente y despejan el camino para el paso de unos neumáticos de tamaño anchos. Un rascador en el lado inferior de las palas permite que el suelo y así también los espacios entre las pilas estén siempre limpios. Al final de la pila, las palas se cierran y de este modo se evita que el material sea lanzado hacia delante.

Piezas de desgaste

Las herramientas de trabajo de encima del cilindro volteador podrán cambiarse rápida y simplemente.

Las piezas de desgaste de pared gruesa, estarán fabricadas de acero micro aleado y templado de grano fino de alta resistencia, garantizarán una larga vida útil y bajos costes de mantenimiento.

Accionamiento del cilindro volteador

El accionamiento robusto mediante una correa combinada ó “powerband” transmite la fuerza del motor directamente al cilindro volteador, de manera que esté asegurada una gran eficiencia.

Al accionar el tambor, la correa combinada se encarga de la función del embrague. Al desconectar el cilindro volteador, el mismo se para en poco tiempo mediante un disco freno.

Cabina

La cabina logrará un ambiente adecuado de trabajo. El conductor podrá controlar visualmente todo gracias a la visión total de la cabina.

Con una palanca multifunción el operario, controla el sentido de marcha y la velocidad, el funcionamiento de las ruedas telescópicas así como la abertura y el cierre de las palas.

A la vista del conductor, un indicador con pilotos luminosos le mantendrá informado sobre el estado actual de funcionamiento.

Ordenador de a bordo

Datos importantes, como la presión de aceite del motor, la temperatura del líquido refrigerante del motor y del aceite hidráulico, las revoluciones del motor, etc., se controlará constantemente gracias al ordenador de a bordo de la volteadora.

Todas las irregularidades se indican a través de pilotos de aviso. Para evitar daños en diversas unidades, en el caso de que haya una avería, el ordenador de la máquina, por ejemplo, desconectaría automáticamente el cilindro volteador.

Sistema de riego

El óptimo control de la humedad es importantísimo para todo el control de proceso y para el progreso de la fermentación. La volteadora estará dotada de una conexión de manguera y un esparcidor de agua que está colocado en el centro debajo del puente.

Dado el caso, se alimenta una instalación de riego desde una balsa de agua de infiltración a través de una estación de bombeo

Durante el riego, el remolque de la manguera se coloca entre dos pilas. De ida, durante el riego de la primera pila, el tubo flexible se desenrolla mediante el avance

de la volteadora. De vuelta, se humidifica la segunda pila y el tubo flexible se enrolla mediante un accionamiento eléctrico que se controla a través de un mando a distancia. El caudal de paso puede regularse de una manera progresiva entre 0 y 1.000 l/min, dependiendo de la presión del sistema.

Requisitos técnicos

El resumen de los requisitos técnicos quedan expuestos en la tabla que se expone a continuación:

Concepto	Tipo / Valor
Medidas del puente	
Ancho	4000 mm
Altura	2200 mm
Motor	
Tipo	Intercooler
Potencia	Mayor de 150 KW
Cilindrada	Mayor de 6500 cm ³
Número de cilindros	6
Sistema de refrigeración	Por líquido
Sistema eléctrico	
Unidad de control de motor	Sí
Tensión	24 Voltios
Intensidad de corriente trifásica	80 Amperios
Número de baterías de arranque en frío	2

Tabla 2.32: Requisitos técnicos del motor y sistema eléctrico de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Cabina de sobrepresión	Sí
Visión total con cristales tintados	Sí
Insonorización completa	Sí
Purificación del aire de la cabina	Sí
3 espejos retrovisores térmicos	Sí
2 limpiaparabrisas (delante, derecho)	Sí
Luneta trasera plegable	Sí
Dispositivo plegable electrohidráulico	Sí

Tabla 2.33: Requisitos técnicos de la cabina de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Accionamiento del cilindro	Sí
Revoluciones del tambor	180 r.p.m
Mecanismo de alimentación activa	
Ancho máximo de recogida de material	5500 mm
Accionamiento de traslación	
Accionamiento hidrostático de traslación	Sí
Número de marchas	2

Tabla 2.34: Requisitos técnicos de los accionamientos de la volteadora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.



Figura 2.22: Foto de máquina volteadora.



Figura 2.23: Foto de máquina volteadora de orugas.

2.6.5.7 Máquina ensacadora

La máquina ensacadora requerida deberá ser apta para el envasado del compost, siendo versátil para distintos tamaños de envases.

2.6.5.7.1 Características del material a ensacar

Las características del material a ensacar son las siguientes:

- Producto a ensacar: Compost.
- Densidad del producto: aprox. 0.5 Tn/m^3
- Humedad: entre 30 y 40 %.
- Granulometría: De 0 a 10mm.

2.6.5.7.2 Características técnicas requeridas al equipo

Las características técnicas requeridas a la máquina ensacadora son las siguientes:

- Tolva de recepción del producto, para alimentar con pala cargadora, de al menos 5 m^3 de capacidad, construida en acero con tratamiento anticorrosión.
- Alimentación del producto hasta el grupo dosificador a través de cinta transportadora.
- Dosificador volumétrico fácilmente regulable.
- Ensacadora a partir de bobina de lámina equipada para formar sacos de 80, 50, 20 y 2 litros.

- Facilidad de cambio de la bobina, con desenrollado motorizado.
- Tubos conformadores de los diferentes sacos construidos en acero inoxidable.
- Soldadura por impulsos con refrigeración.
- Equipado con fotocélula de centraje de impresión y formador de pliegues laterales en el saco.
- Cadencia de al menos 10 sacos/minuto para tamaños grandes_ que aseguren la viabilidad del proceso productivo.
- Equipado con escaleras de acceso y barandillas de protección.
- Evacuación de sacos llenos mediante banda transportadora con grupo de conformación y prensado de sacos regulable para diferentes dimensiones.

La instalación se entregará con todos los componentes para su puesta en funcionamiento, incluido el cuadro eléctrico de potencia y autómata programable.



Figura 2.24: Fotografía de máquina ensacadora

2.6.5.8 Contenedores de rechazo de compost

Estos contenedores se utilizarán para la recogida de los rechazos de la depuración del Compost. Se instalarán dos contenedores abiertos, de 25 m³ de capacidad, diseñados para ser manipulados por equipos portacontenedores. Los contenedores habilitados en la zona de cribado de la nave de afino alojará el rechazo del compost procedente del trommel. Cada día los rechazos del trommel se transportarán mediante pala cargadora a los contenedores. El rechazo de compost será recogido periódicamente por una empresa autorizada, para su posterior confinamiento en vertedero. Dichos contenedores tienen unas dimensiones aproximadas de 5.000 x 2.500 x 2.000 mm.

La planta tiene una capacidad de producción de 14.446 m³ al año para el que se prevé un porcentaje de rechazos del 8%, así pues 1.256 m³ al año. Para una carga de trabajo de 5 días a la semana ó 260 días al año, tendremos una producción diaria de 4,83 m³ diarios. Cada dos semanas se producen 48.3 m³. Al instalarse dos contenedores de 25 m³ se hace necesaria la recogida del rechazo de compost por la empresa autorizada, una vez cada dos semanas.

Los contenedores estarán fabricados en su totalidad en acero A410b de 5 mm de espesor en piso y 3 mm de espesor en el resto. Los laterales, están formados por un perfil superior de sección en “U” de acero A410b de 3 mm de espesor, 4 pilares verticales de sección también en “U” pero de mayor alma y el mismo espesor, que soporta las bisagras. El remate inferior es un pliegue longitudinal de la propia chapa del lateral, que le confiere una rigidez muy importante. Horizontalmente y en el centro se remata con un perfil de sección trapezoidal de 3 mm de espesor. El frontal está reforzado por las vigas verticales de UPN de 200 mm, del bastidor especial para la manipulación con equipo portacontenedores, teniendo como remate superior un perfil conformado en frío con sección en U de 3 mm de espesor.

El fondo, al ser la parte del contenedor que más trabajo realiza debido a que está sometido a la abrasión de la carga y fundamentalmente a recibir los impactos de las cargas desde unas alturas considerables, superiores en todos los casos a 2,25 m, precisa de una atención especial para evitar deformaciones que acortarían considerablemente la vida útil del contenedor y haría peligrar la estabilidad en el basculamiento.

Todas las soldaduras están ejecutadas en cordón continuo, de manera que se consigue mayor rigidez y total estanqueidad.

Todo el conjunto es chorreado con arena con un grado SAE 2 Vz Norma Sueca, dos manos de imprimación antioxidante con un total de aproximadamente 35 micras de espesor y dos manos de acabado sintético en un color a determinar dentro de la gama RAL, con un espesor de 35 a 40 micras.

2.6.6 Obra civil

2.6.6.1 Movimiento de tierras

El movimiento de tierras a llevar a cabo será el necesario para que en ningún punto existan pendientes superiores al 5%, para lo que se llevarán a cabo los desmontes y terraplenes necesarios en cada punto del trazado.

Las distintas plataformas y áreas que se han de acondicionar dentro de la propia instalación se han situados en lugares tales que, teniendo presente la operatividad y funcionalidad de la planta, el movimiento de tierras resultase lo más reducido posible.

2.6.6.2 Viales de acceso

El ancho previsto es de ocho (8) metros, dos carriles de rodadura de 3,5 metros y dos arcones de 0,5 metros. Los viales se desarrollan tal como muestran los Planos, bordeando la nave de maduración y la nave de almacenamiento.

En primer lugar se procederá al saneamiento y retirada de la capa vegetal existente. Seguidamente, caso de ser necesario se ejecutará un rectificado del alzado para adecuar la pendiente longitudinal del terreno a valores que no superen el 10%.

Sobre la explanada natural una vez compactada, se extenderá una sub-base de zahorra natural de 0.25 m. de espesor, para posteriormente extender una base de zahorra artificial de 0.25 m. de espesor. Por último el aglomerado asfáltico estará constituido por 8 cm. de G-20, 6 cm. de S-12 y 4 cm. de D-12 o similar.

También se ha previsto las correspondientes cunetas de drenaje y obras de fábrica, así como la señalización vertical y horizontal que resulte preceptiva.

Toda la zona asfaltada se delimitará con bordillo de hormigón de 8 x 20 cm. separándose de esta forma de la zona ajardinada.

El edificio de servicios se dota tal y como muestran los Planos de 13 plazas de aparcamiento, número más que suficiente para dar servicio a los empleados de la Planta, visitas y clientes. Las plazas de aparcamiento, situadas en batería al edificio de servicios, tienen unas dimensiones de 3 m. x 5 m...

Si fuere preciso se podría estacionar en el área anexa a la zona de maniobras para vehículos pesados.

2.6.6.3 Zona de maniobra de vehículos pesados

Debido a que a la Planta de Compostaje llegarán un apreciable número de vehículos pesados se dotará a la Planta de una zona de maniobra con objeto de facilitar las maniobras de entrada y salida del recinto. Asimismo, la zona de maniobras será apta para albergar a camiones que estén en espera o descargando mercancía. Ésta área se ubica frente a la zona de almacenamiento temporal de residuos orgánicos tal y como muestran los Planos de este Proyecto.

El firme de la zona de maniobras será el mismo o similar al de los viales interiores de la Planta.

2.6.6.4 Consideraciones generales

En este capítulo se exponen las soluciones constructivas elegidas, así como las razones que han llevado a la elección concreta de las mismas. Se indican asimismo otros elementos como el aspecto externo de las edificaciones, distribución de oficinas, aparcamientos, etc.

La obra civil, comprende las actuaciones de adecuación previa de la parcela: desbroce vegetal y movimiento de tierras, construcción de la nave de mezcla, construcción de la nave de almacenamiento, construcción del edificio de oficinas y administración general, caseta de recepción de entrada al recinto y urbanización de la parcela: viales, aparcamientos e iluminación de la misma.

Para el diseño y construcción se han tenido en cuenta además de los aspectos puramente funcionales, la economía, la estética de cada elemento en particular y la integración en el conjunto del recinto en general.

2.6.6.5 Nave de mezcla

2.6.6.5.1 Descripción de la edificación

La nave de fermentación es una infraestructura dedicada al proceso productivo de la planta. La edificación industrial es una nave de 17 metros de largo por 27 metros de ancho. La nave de fermentación de cabida a los siguientes procesos productivos:

- Triturado y desfibrado de los residuos vegetales de carácter leñoso y triturado ligero de la hierba y césped.

Para los labores de triturado y desfibrado se dispone de una trituradora habilitada para tal efecto en la nave de fermentación.

- Mezclado de la fracción vegetal y orgánica.

El proceso se encuentra totalmente mecanizado a cuenta de una máquina mezcladora habilitada en la nave de fermentación para tal efecto.

- Almacenamiento temporal de gallinaza.

Los residuos vegetales serán almacenados en el área de almacenamiento temporal, cubiertos con toldo si el tiempo lo aconseja. La gallinaza será recibida en el área de almacenamiento temporal, pero no será almacenada en esta dependencia durante más de un día en orden a evitar la contaminación de la atmósfera. Se almacenará en una dependencia de la nave de fermentación, donde se soluciona el potencial impacto medioambiental gracias a la instalación extractora de aire con que cuenta la nave de fermentación. El aire extraído de la nave se dirige a un biofiltro donde es convenientemente tratado antes de su devolución a la atmósfera. Esta zona de almacenamiento se encuentra sectorizada del resto de la nave de fermentación gracias a la instalación de un panel divisor. El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

2.6.6.5.2 Justificación funcional de la estructura adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de mezcla, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Se basa en el principio de que el elemento de cubierta ha de funcionar a la vez como elemento resistente. Las placas que conforman la cubierta realizan la función de actuar por un lado como viga, y de otro como cubierta.

Este sistema aporta las siguientes ventajas:

- Diseños innovadores
- Sencillez y economía de estructura
- Rapidez de montaje. Más de 2000 m² por equipo de trabajo y semana.
- Menor número de juntas entre placas
- Ausencia de mantenimiento. No son necesarias correas o cerchas.

Además permite la utilización de:

- Aislamiento.
- Translúcidos.
- Estructuras soporte de cubierta en acero, hormigón, madera, etc.

El tipo de cubierta autoportante elegida es el de curvas mediante arcos que permiten alcanzar hasta 30 metros de longitud.

La estructura se resuelve de esta manera, con un arco de acero que hace al mismo tiempo de viga y de cubierta. El arco se fija sobre la estructura soporte a través de unos apoyos que a su vez, van soldados sobre la viga de atado que une los pilares por la parte superior.

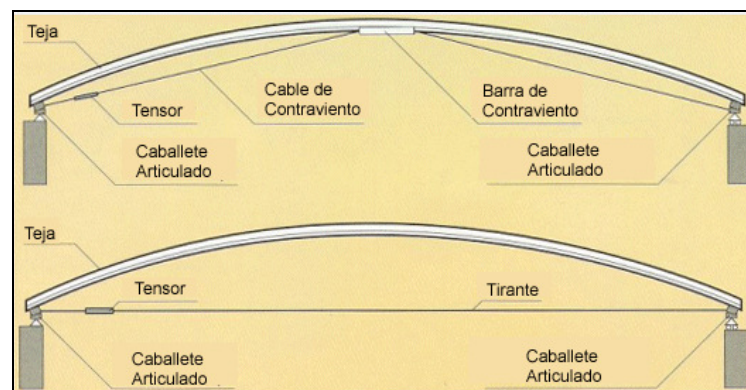


Figura 2.25: Resolución de la estructura mediante cubiertas autoportantes.

Estos apoyos logran al ser articulados, que los momentos flectores no se transmitan desde la estructura hasta la cubierta soporte. Los esfuerzos horizontales son absorbidos por el tirante de acero, del cual se pueden suspender las luminarias y los falsos techos. El sistema garantiza una mayor impermeabilidad gracias al menor número

de juntas existentes. Al tratarse de placas enteras de hasta 30 metros desaparece gran número de juntas existentes en las cubiertas tradicionales, entre ellas la junta de cumbrera. Las tejas o arcos de acero, a su vez van unidos entre sí cada metro mediante tornillería galvanizada y protegida mediante capuchones de PVC y juntas de neopreno.

La estructura que se requiere, está constituida por pilares y una viga de unión entre las cabezas de los mismos. Esta viga recibe el nombre de viga de atado. Se trata de una estructura de fácil elaboración y aún más fácil montaje debido a que no se necesitan grúas para el levantamiento de cerchas o correas. La rapidez es una de las principales ventajas tanto en el montaje de las cubiertas como en el de los pilares que necesitan como soporte. Si la estructura es de acero, como es el caso, los apoyos se sueldan directamente a la viga de atado y si la estructura es de hormigón, lo único que se debe hacer es introducir una pletina metálica en el hormigón cuando este, está sin curar o fijar dicha pletina mediante tornillos.

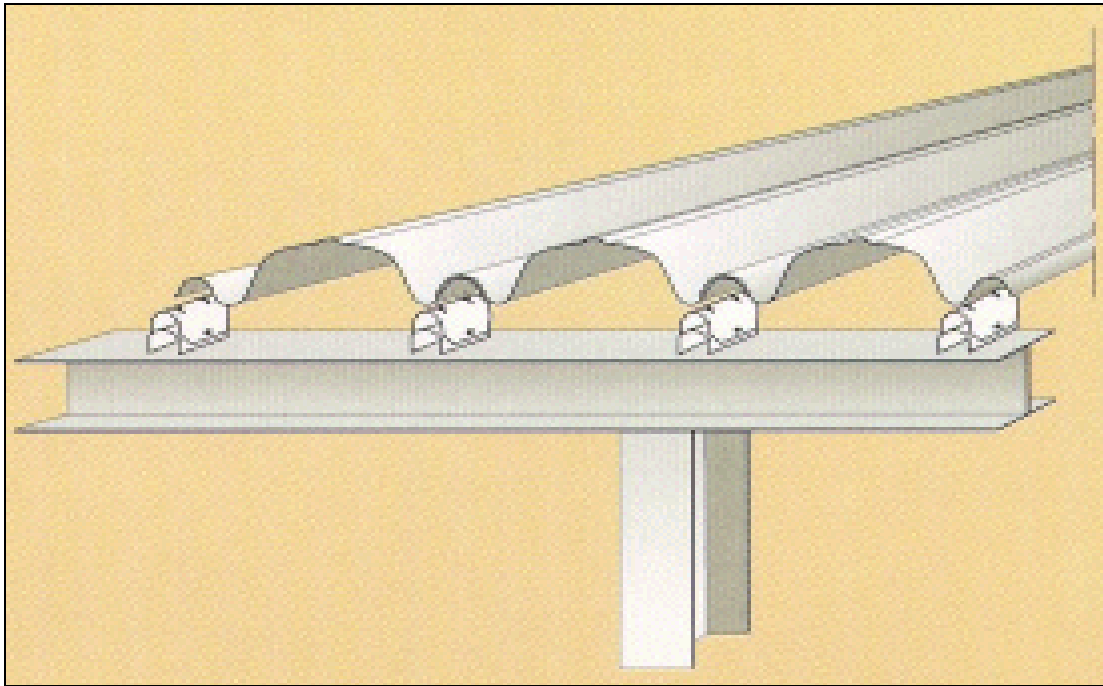


Figura 2.26: Detalle del soldado de los apoyos a la viga de atado

Las placas de acero de alta calidad que conforman la cubierta, son galvanizadas en caliente con un mínimo de 350 gr/m² de zinc por cada cara. Posteriormente se les aplica una capa de acero primario, para finalizar con un lacado en continuo a base de resinas termoendurecidas o termoplásticas.

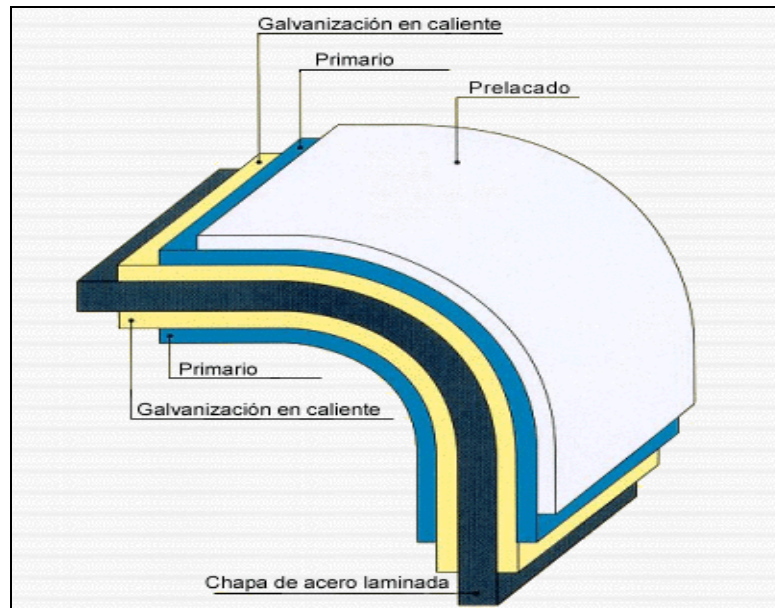


Figura 2.27: Composición de la cubierta de la nave.

El tipo de placa utilizado como cubierta, es una placa para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas. Los espesores de estos paneles oscilan entre 0.7 mm y 1.5 mm dependiendo de las luces y cargas que se necesiten resolver.

2.6.6.5.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recrecido de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.5.4 Cálculo de la estructura metálica

El cálculo de la estructura metálica, se soluciona a través de un programa de uso habitual en el cálculo de naves con cubiertas autoportantes, facilitado por una conocida

firma constructora de este tipo de naves industriales. Los resultados obtenidos son los que se muestran:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave mezcla
Tipo de obra	Semicerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	17 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.35: Requisitos generales de la nave de mezcla

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	5,67 metros
Numero de pilares principales	8
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 2.36: Requisitos técnicos de la nave de mezcla

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	47,98	49,1	2355,76
Pilares testeros	IPE-300	39,6	42,2	1671,12
Viga de atado	HEB-200	34	61,3	2084,2
Resumen peso estructura				
Peso total				6108 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				13,31Kg/m ²

Tabla 2.37: Peso de la estructura de la nave de mezcla

2.6.6.5.5 Cerramientos

La nave de fermentación es una construcción cerrada excepto en la cara norte de la misma, colindante con la entrada a los túneles de fermentación. Con ello se pretende de un lado conseguir un entorno cerrado que asegure un perfecto mantenimiento de la maquinaria sin renunciar a la flexibilidad que da el acceso directo a los túneles desde la nave de fermentación sin necesidad de la utilización de portones u otros elementos.

Además, debido a que la nave dispone de un recinto sectorizado del resto, y especialmente habilitado para el almacenamiento de la gallinaza en caso de necesidad, es conveniente este tipo de cerramiento, para que el sistema de extracción de gases con la que cuenta esta zona de la nave funcione con la mayor eficiencia. A pesar de la no obligación por parte de la autoridad competente, de instalar un sistema de extracción de gases para este tipo de materia almacenada si se encuentra la nave parcialmente abierta, este proyecto apuesta por el máximo respeto al medio ambiente, instalando campanas de extracción de gases en la zona de almacenamiento, para ser tratados en el biofiltro de la galería de servicios previa devolución a la atmósfera.

La solución adoptada para el cerramiento parcial de la nave, es el empleo de los mismos paneles galvanizados utilizados como cubierta. Así se logra una integración satisfactoria del conjunto de la nave, con un precio inferior al cerramiento clásico de fábrica de ladrillo macizo, sin renunciar a un perfecto nivel de aislamiento. Las características de la cubierta han sido expuestas anteriormente.

La nave contará con dos portones basculantes con puerta peatonal integrada de 5 metros de ancho y 5 metros de altura, holgura suficiente para permitir la entrada de vehículos pesados como palas o tractores.



Figura 2.28: Estilo de cerramiento propuesto para la nave de mezcla

2.6.6.5.6 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con parte proporcional de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.6 Nave de maduración

2.6.6.6.1 Descripción de la edificación

Para cubrir la necesidad de un recinto destinado al proceso de maduración del compost se proyecta una nave de dimensiones 124 metros de largo por 50 metros de ancho. Con esta etapa del proceso se pretende conseguir estabilizar el producto en las mejores condiciones, para un compost final de gran calidad y biológicamente estable.

Por medio de volteos sucesivos, uno por semana, logramos uniformar el gradiente de temperatura y el contenido de oxígeno en la masa, logrando un proceso de maduración óptimo.

El suelo de la nave de maduración se proyecta con un 1% de inclinación, con fin de facilitar la recogida de lixiviados mediante tres arquetas.

2.6.6.6.2 Justificación de la solución adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de fermentación, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Las razones de la elección de este tipo solución constructiva son las mismas ya expuestas para la nave de mezcla.

2.6.6.6.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por

medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recocado de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.6.4 Cálculo de la estructura metálica

La luz que debe salvar la solución constructiva, de 50 metros, es de considerable importancia, por lo que se disponen de dos naves aporticadas a dos aguas adosadas.

El cálculo de la estructura metálica arroja los siguientes resultados:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave maduración
Tipo de obra	Estructura sin cerramiento
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	50 metros
Longitud de la obra	124 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.38: Requisitos generales de la nave de maduración

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	6,89 metros
Numero de pilares principales	72
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,25 metros
Numero de pilares testeros	12
Perfil de la viga de atado	HEB-180
Tirante	De 10 mm cada teja

Tabla 2.39: Requisitos técnicos de la nave de maduración

Peso de la estructura

Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	455.94	49,10	22386.18
Pilares testeros	IPE-300	79.20	42,20	3342.24
Viga de atado	HEB-180	496	51.20	25395.20
Resumen peso estructura				
Peso total				51123.62 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				8.25Kg/m ²

Tabla 2.40: Peso de la estructura de la nave de maduración

2.6.6.6.5 Cerramientos

No se contempla el cerramiento de la nave, pues la materia orgánica que se confina en la nave, ya es suficientemente madura para no presentar problema de emisiones de gases a la atmósfera; de hecho estas son nulas. Tampoco representa un inconveniente que la materia pueda ser humidificada en días de lluvia, pues la materia ya es suficientemente estable para no ser alteradas sus propiedades, y de hecho necesita ser humedecida periódicamente durante el proceso de maduración. Por todo lo expuesta se renuncia al cerramiento lateral de la nave con el consiguiente ahorro económico.



Figura 2.29: Solución adoptada para la nave de maduración



Figura 2.30: Imagen ejemplo de nave en campo con cubierta autoportante

2.6.6.6.6 Arquetas de recogida de lixiviados

Se proyectan tres arquetas continuas y dispuestas transversalmente, de modo que cubran todo el ancho de la nave, a fin de recoger los lixiviados generados en el proceso de maduración corrigiéndolos a la balsa de lixiviados.

Son arquetas prefabricadas abiertas de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30 cm. medidas interiores, completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor.

2.6.6.6.7 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de seis bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.7 Nave de almacenamiento

2.6.6.7.1 Descripción de la edificación

La nave de almacenamiento dará cabida a los siguientes procesos:

- Afino. El afino consistirá en una clasificación de componentes realizada por cribado selectivo, para obtener una selección granulométrica que permita adaptarse a las exigencias de calidad del compost comerciable. De este cribado se obtendrán dos fracciones principales, una formada por los materiales tamizados (hundido del cribado) y otra los rechazos (no tamizados). El hundido del cribado pasa al proceso de ensacado o es directamente almacenado para su venta a granel. Los rechazos son depositados en los contenedores habilitados para tal efecto, para su posterior recogida por un gestor autorizado.
- Ensacado. En la nave de almacenamiento, se dispondrá de una zona de ensacado con máquina ensacadora, con objeto de presentar el compost en sacos de 80, 50, 20 y 2-3 litros respectivamente cubriendo así todo el espectro de posibles clientes. La máquina ensacadora se ubica a continuación de la máquina cribadora e inmediatamente anterior a la zona de almacenaje en orden a respetar la secuencia lógica del proceso productivo.

- Almacenamiento. La zona de almacenamiento, se cierra totalmente, separándola de la zona de ensacado y afino, en orden a mantener el compost en un lugar fresco y limpio. Se destina una superficie suficiente para la almacenar la producción de 16 semanas, resolviendo de este modo posibles variaciones estacionales en la demanda; variaciones de otro lado muy frecuentes en el sector del compost. En particular la zona destinada a almacenaje es de 67 metros de largo por 27 metros de ancho.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

2.6.6.7.2 Justificación de la solución adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de fermentación, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Las razones de la elección de este tipo solución constructiva son las mismas ya expuestas para la nave de mezcla.

2.6.6.7.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recrecido de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.7.4 Cálculo de la estructura metálica

El cálculo de la estructura metálica arroja los resultados expresados en la tabla que se muestra a continuación:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor

Obra	Nave almacenamiento
Tipo de obra	Parcialmente cerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	87 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.41: Requisitos generales de la nave de almacenamiento

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-360
Separación entre los pilares principales	6,69 metros
Numero de pilares principales	28
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 2.42: Requisitos técnicos de la nave de almacenamiento

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-360	168,05	57,10	9595.87
Pilares testeros	IPE-300	39,60	42,20	1671.12
Viga de atado	HEB-200	174,00	61,30	10666.20
Resumen peso estructura				
Peso total				21933.19 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				9.34 Kg/m ²

Tabla 2.43: Peso de la estructura de la nave de almacenamiento

2.6.6.7.5 Cerramientos

La nave de almacenamiento es una estructura cerrada a partir del tercer pilar principal, resultando una zona abierta de 20 metros de longitud por 27 metros de ancho.

La solución adoptada para el cerramiento parcial de la nave, es el empleo de los mismos paneles galvanizados utilizados como cubierta. Así se logra una integración satisfactoria del conjunto de la nave, con un precio inferior al cerramiento clásico de fábrica de ladrillo macizo, sin renunciar a un perfecto nivel de aislamiento. Las características de la cubierta han sido expuestas anteriormente.

Para el acceso a la zona cerrada se habilitan tres portones metálicos de entrada de 5 metros de ancho y 5 metros de altura, holgura suficiente para permitir la entrada de vehículos pesados como palas o tractores.

2.6.6.7.6 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.8 Edificio corporativo

El edificio corporativo será el encargado de albergar tanto los procesos administrativos y de venta, como la sala de control donde se controla de manera integral el proceso de fermentación en los túneles de hormigón.

El edificio, de planta rectangular tendrá unas dimensiones de 20.35 m. de largo por 12.40 m. de ancho y constará de dos plantas independientes.

El contratista de la obra deberá ejecutar el edificio corporativo de acuerdo a los planos entregados por la Propiedad y atender a las disposiciones adicionales enumeradas a continuación, obedeciendo asimismo la Normativa vigente en este tipo de construcciones.

La planta baja acoge los vestuarios del personal, el laboratorio de la empresa, local de primeros auxilios, sala de caldera, zona de recepción y un almacén auxiliar.

La primera planta acoge la sala de control, despacho de dirección, despacho auxiliar, dependencias de administración y archivos, sala de reunión y servicios para el personal.

La cimentación y estructura del edificio deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El hormigón utilizado en la cimentación será tipo HM-20 de resistencia característica 200 Kp/cm^2 , a emplear en capa de nivelación y puesto en obra mediante vibrado y curado.
- El acero corrugado para armaduras será de tipo B 500 S.
- El cerramiento de la estructura estará compuesto de hoja exterior de fábrica de ladrillos cerámicos vista, cámara de aire y doblado con tabicón de 9 cm. de espesor de ladrillos cerámicos huecos.
- La formación de pendientes en cubierta se realizarán con tabicones aligerados de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento 1/6, con arriostramientos transversales a que eviten desniveles superiores a 1 m. medido en proyección horizontal.
- Cubrición con teja de Hormigón de perfil plano, colocados en hileras paralelas al alero, recibidas con mortero de cemento y arena de río 1/8.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de $8 + 4$, con hormigón HA-25, armaduras de negativos, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de $25 + 4$, con hormigón HA-25, armaduras de negativo, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Canalón oculto de zinc, circular o rectangular de 45 cm de desarrollo, completo e instalado en azoteas con faldón a la catalana.

Los acabados del edificio corporativo atenderán a los siguientes requerimientos:

- Tabiques de ladrillo hueco sencillo de $25 \times 12 \times 4 \text{ cm}$, recibido con pasta de yeso negro.
- Enfoscado fratasado a buena vista, en paramentos horizontales, de 20 mm de espesor, con mortero de cemento (II-Z/35A) y arena de río 1/4(M-80).
- Enlucidos con yeso blanco, en paramentos verticales, de 3 mm de espesor, incluso formación de rincones, guarniciones de huecos y remates con rodapié.
- Pintura plástica lisa mate blanco, en paramentos interiores verticales y horizontales; dos manos, incluso lijado, mano de imprimación con plástico diluido y acabado.

- Alicatados de azulejos serigrafiados, de 20x20 cm, recibidos con mortero de cemento.
- Carpintería de madera para puertas, incluso barnizado, instalación y cristalería si procede.
- Carpintería de aluminio lacado, con ventanas de doble acristalamiento con rotura de puente térmico, incluso cristales, colocación y medidas según Planos de este Proyecto.
- Pavimento de baldosa de gres antideslizante, de 31x31 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, cama de 2 cm de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm de espesor, incluso rejuntado y limpieza.

El edificio estará dotado de las siguientes instalaciones:

- Instalación de saneamiento con conexiones y arquetas según totalmente terminada y acabado hasta punto de vertido, incluyendo fosa séptica de 1000 l de capacidad para recogida de las fecales. Deberá respetarse todas las indicaciones documentadas en los planos de este Proyecto, así como cumplir la Normativa vigente en este tipo de instalaciones.
- Instalación de energía eléctrica, incluyendo cuadro eléctrico.
- Instalación interior de distribución de agua fría y agua caliente sanitaria.
- Instalación de protección antiincendios consistente en extintores, equipos de detección y alarma, bocas de incendio equipadas e hidrantes exteriores según lo dispuesto en este Pliego y atendiendo la Normativa vigente en Protección contra Incendios. Instalación de radiadores y caldera para calefacción y dos termos eléctricos para agua caliente sanitaria.
- Equipamiento de lavabos y aseos según planos del Proyecto, compuestos por armarios espejos y duchas donde corresponda. Los sanitarios serán de tipo fluxor y se entregarán totalmente colocados.
- Equipamientos de oficinas incluyendo mobiliario necesario, al menos dos mesas de trabajo por estancia, armario y dos sillas.

2.6.6.8.1 Equipo de laboratorio

En la planta baja del edificio corporativo se dispone de un pequeño equipo de laboratorio para realizar los análisis mínimos de control de calidad del producto final constituido por:

- Espectrofotómetro UV-VIS de las siguientes características:
 - Lectura digital.
 - Memoria para 100 curvas.

- Rango. 190 -1100 nm.
- Lectura en absorbancia, transmitancia y concentración.
- Resolución: 1nm.
- ❑ Medidor de pH y conductividad manual
- ❑ Estufa para calentar tubos DQO 150°C.
- ❑ Mufla Vulcan 3-550 NEY o similar.
- ❑ Unidad de destilación por arrastre de vapor con recipientes Kjeltex System
- ❑ Balanza Mettler Toledo AG-255 o similar.
- ❑ Frigorífico de 300 l con congelador.
- ❑ Placas calefactoras de 20 x 40 Selecta o similar.
- ❑ Destilador de agua modelo Seradest de la casa USF o similar.
- ❑ Conjunto de material, vidrio y reactivos necesarios para realizar un control analítico básico de la planta:
 - 30 tubos de vidrio de tapón roscado conjunta de teflón (10 ml).
 - 5 matraces aforados de un litro.
 - 10 matraces aforados de 100 ml.
 - 5 vidrios de reloj.
 - 2 cubetas de 1 cm. de paso de luz
 - 4 buretas graduadas de 50 ml.
 - 5 pipetas aforadas de 2, 3, 5, 10, 20, 30 y 50 ml.
 - 5 vasos precipitados de 100 ml.
 - 5 probetas de 25 ml. Y 100 ml.
 - 4 cápsulas o crisoles de porcelana.
 - 2 desecadores.
 - Metanol.
 - Ácido sulfúrico concentrado.
 - Sulfato de plata.
 - Sulfato mercuríco.
 - Agua destilada exenta de iones de amonio.
 - Solución de carbonato sódico de 100 g/l.
 - Solución de ácido bórico de 10 g/l.
 - Solución de ácido sulfúrico 0.1N.
 - Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2%, 50 ml.
 - Solución alcohólica de azul de metileno al 0.2%, 25 ml.

El laboratorio deberá contar con una mesa contra pared, así como un armario para reactivos, armario general con baldas, dos sillas y dos fregaderos tal y como se indica en los Planos de este Proyecto

2.6.6.9 Galería de servicios

Se proyecta una construcción denominada “Galería de Servicios”, en orden a albergar el depósito de lixiviados, humidificador de gases, scrubber y bombas de impulsión y demás accesorios que de encontrarse a la intemperie, podrían sufrir un desgaste muy acusado.

Es una construcción simple a base de estructura metálica, de planta rectangular de 26.8 m. de largo x 4.6 m. de ancho, en la que intervienen los siguientes elementos constructivos:

- Pórticos de inercia constante en perfil doble T.
- Correas de cubierta en perfil tipo "Z" atornilladas sobre ejiones.
- Dinteles y pilares de cierre.
- Viga de atado en cabeza de pilares.
- Arriostramiento general en cubierta y elementos de arriostramiento vertical.
- Cubiertas en chapa de acero en perfil nervado, precalado de 0.6 mm de espesor, incluyendo p.p de solapes y accesorios de fijación. El remate en cumbrera se realizará mediante curvado de los extremos de las chapas.
- Lucernarios formados por placas de 1 mm de espesor, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección "Gel-Coat", incluso parte proporcional de solapes y accesorios.
- Canalón conformado con chapa galvanizada de 1 mm de espesor, con plegado especial incluyendo tapas laterales y boquillas de conexión a bajantes.
- Placas de anclaje con acero tipo F-III y roscado mediante sistema de laminación especial.
- Arqueta de recogida de pluviales.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, especialmente las indicaciones recogidas en los Planos, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

2.6.6.10 Saneamiento de los edificios

Los efluentes sanitarios se dirigirán por medio de tuberías de PVC hacia un pozo clasificador y filtro biológico donde recibirán el tratamiento necesario para su depuración.

El cálculo y diseño de la obra de saneamiento correrá a cargo de la empresa constructora con arreglo a la Normativa Vigente de Saneamiento.

2.6.6.11 Red de pluviales

Las aguas de lluvia se conducirán hasta los bordes de las plataformas, desde donde se incorporarán a sus cauces naturales. Junto a los viales se dispondrá una cuneta para la conducción de las aguas de escorrentía y evitar que el agua busque su propio camino de salida.

Las aguas de lluvia de las cubiertas de los edificios se recogerán mediante arquetas a pie de bajante y se conducirán mediante tubería para incorporarlas a sus cauces naturales.

Los pasos subterráneos que resulten necesarios se realizarán con tubería de hormigón centrifugado o tubería de PVC con arco de descarga de hormigón.

2.6.6.12 Cerramiento de la parcela

Se protegerá todo el perímetro de la finca con un cerramiento formado por enrejado simple y postes metálicos. El cerramiento cumplirá la misión de mantener fuera de la finca a personas ajenas a la explotación de la Planta de Compostaje, así como evitar la entrada de animales al recinto.

El enrejado tendrá una altura de 1.5 m.

2.6.6.12.1 Características de los postes de cercado

Los postes serán de 1.80 m. de altura y 5cm. de diámetro tienen las siguientes características:

- Resistencia a la tracción de 38 a 45 Kg/mm².
- Características mecánicas de la chapa según norma UNE 36137.
- Accesorios acoplados a la cremallera mediante tornillo de fijación.
- Tapón de polipropileno no degradable por exposición a los agentes atmosféricos.
- Grapa de alambre galvanizado reforzado, fijada verticalmente a la cremallera para impedir el posible deslizamiento longitudinal de la misma.

2.6.6.12.2 Malla simple a torsión

Enrejado simple torsión de forma romboidal fabricado con alambre de 400 N/mm² de resistencia. La malla debe estar galvanizada y plastificada como garantía de vida frente a la corrosión de los agentes atmosféricos a los que estará expuesto.

2.6.7 Instalación de abastecimiento y calefacción

2.6.7.1 Introducción general

Se denomina red pública de distribución al conjunto de tuberías que partiendo de los depósitos tienen la finalidad de alimentar los aparatos hidráulicos de servicio público así como los ramales de los abonados o particulares. Es decir que a partir de un determinado ramal de un conducto de la red pública el conjunto de tuberías que abastecen los diferentes puntos de una finca o propiedad es lo que forma la red particular, la cual constituirá la red interior del edificio. La toma de la instalación y por supuesto los elementos descritos anteriormente son patrimonio de la Compañía

Abastecedora y realizadas por ella a petición de las respectivas propiedades que soliciten el servicio del agua.

A partir del tramo de toma es donde comienza la instalación particular que constituye la red interior del edificio. Incluye además el ramal de acometida (exterior e interior) a los contadores y la red de tuberías que llevan el agua a los puntos de consumo.

Es esta parte de la red la que es objeto de normalización mediante las Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua, cuyo conocimiento es obligado para todo proyectista que deba realizar de forma satisfactoria un estudio de este tipo.

2.6.7.2 Normativa

La empresa adjudicataria de las obras deberá cumplir los preceptos e instrucciones de los siguientes Reglamentos y Normas:

- Normas Básicas para la instalación interior de agua (Orden del Ministerio de
- Industria del 9 de Septiembre de 1975, B.O.E. del 13 de Enero de 1976).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua (Orden del MOPU del 15 de septiembre de 1986, B.O.E. del 23 de septiembre de 1986).
- Orden para regular los contadores de agua fría (Orden del MOPU del 28 de diciembre de 1988, B.O.E. del 6 de marzo de 1998).
- NTE-IFC-73 Instalaciones de agua caliente.
- NTE-IFF-73 Instalaciones de agua fría.
- Normas particulares de la empresa suministradora.

2.6.7.3 Suministro

La instalación se abastecerá de agua limpia de la red de distribución del Concejo de Carreño próxima a la planta.

2.6.7.4 Materiales

Las tuberías empleadas serán de pared lisa, pues a igual caudal, tienen menores pérdidas de carga que las de paredes rugosas. El material seleccionado es el PVC, por ser el que presenta un mejor comportamiento, aparte de ser más económico que el cobre. Para la unión de estos tubos se empleará enchufes lisos para pegar y roscados, aplicando soldadura para uniones de diámetros importantes.

2.6.7.5 Caudales mínimos en los aparatos

Estos caudales instantáneos mínimos se obtienen considerando unas condiciones óptimas de funcionamiento de los grifos en cuanto a presión (menos de 3 atmósferas) y velocidad de circulación del líquido (entre 0,5 y 0,8 m/s). La instalación de abastecimiento deberá ser capaz de satisfacer los siguientes caudales mínimos en cada punto de suministro:

- Lavabo: 0,10 l/s
- Sanitario con cisterna: 0,10 l/s
- Ducha: 0,20 l/s
- Lavadero (fregadero de laboratorio): 0,20 l/s

2.6.7.6 Instalación de agua fría

2.6.7.6.1 Generalidades

La instalación ha de abastecer al laboratorio y los distintos departamentos destinados a aseo e higiene personal que se encuentran repartidos por el edificio corporativo, tal como quedan recogidos en los planos de este Proyecto.

La red de distribución de agua fría irá por las paredes a una altura aproximada de 1 m. por encima del suelo. Se dispondrá una llave de paso en cada uno de los diferentes ramales y aparatos, con el fin de poder aislar cada uno de ellos en caso de posibles averías. Los equipos de instalación para consumo de cada zona se detallan a continuación:

Edificio Corporativo:

- 4 lavabos para el servicio de hombres.
- 2 lavabos para el servicio de mujeres.
- 1 sanitarios con fluxor para el servicio de hombres.
- 1 sanitarios con fluxor para el servicio de mujeres.
- 6 ducha para el servicio de hombres.
- 1 ducha para el servicio de mujeres.

Nave de mezcla

- 1 toma de agua-Lavadero a objeto de cálculos.
- 1 lavabo.
- 1 sanitario con fluxor.

Nave de maduración

- Dos tomas de agua-Lavadero a objeto de cálculos.

Nave de almacenamiento

- Una toma de agua-Lavadero a objeto de cálculos.
- 1 lavabo.
- 1 sanitario con fluxor.

La red de distribución de agua fría de cada planta irá con la tubería colocada en la superficie interior de los cerramientos. Se dispondrá una llave de paso en cada uno de los ramales de los diferentes locales húmedos y aparatos, con el fin de poder aislar cada uno de ellos en caso de posibles averías.

2.6.7.6.2 Descripción de la instalación

El suministro de agua potable a la nave requiere una instalación integrada de: acometida, instalación interior general e instalaciones interiores particulares, tal como se puede ver en el siguiente dibujo:

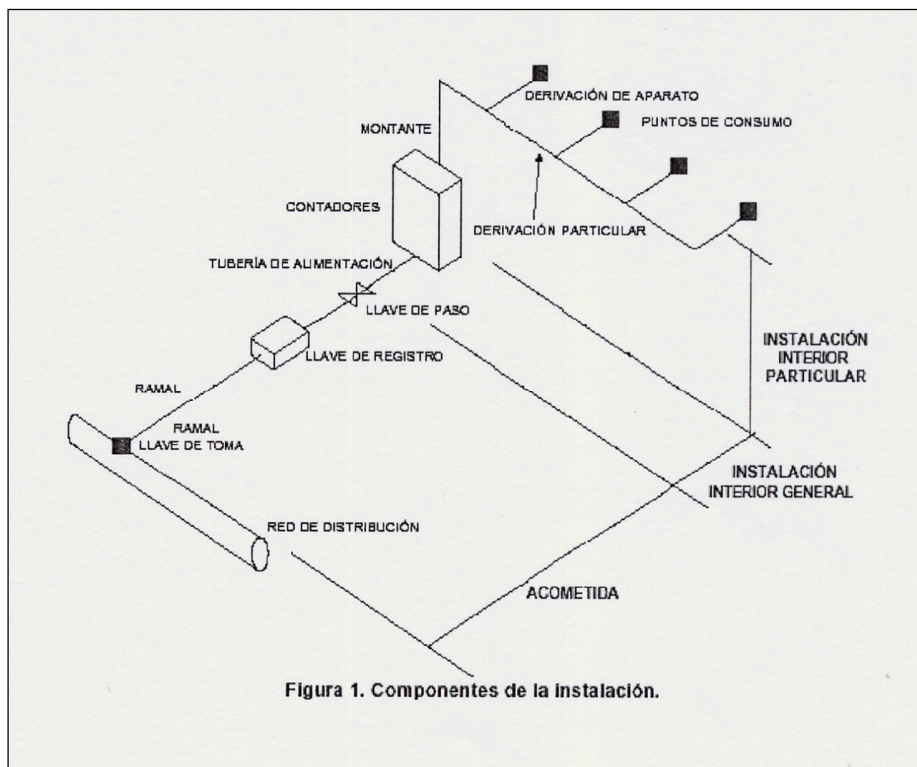


Figura 2.31: Componentes de la instalación de abastecimiento de agua

2.6.7.6.2.1 *Instalación exterior al edificio*

Los elementos que integrarán la instalación exterior necesaria para el abastecimiento de agua a las diferentes dependencias de la planta son los que se definen a continuación:

Acometida

Es el conducto que acomete a la red pública y enlaza ésta con la red interior de la planta de compostaje. En ella se incluye el conducto o ramal en sí, la válvula de toma y las válvulas de registro, instaladas antes de la penetración en el edificio, y la de paso, colocada una vez la toma penetró en el mismo.

Tubería de acometida

Es la tubería que enlaza la instalación general de la planta con la tubería de la red de distribución.

Discurrirá por debajo del suelo de la parcela.

Llave de toma

La llave de toma se encuentra colocada sobre la tubería de la red de distribución municipal y abre el paso a la acometida. Comprende un collar de toma que se fija al conducto general de la red, el cual se taladra con trépano especial. Además lleva una llave de paso que permite maniobrar en la acometida, sin que la tubería general deje de estar en servicio, situada en un registro de fábrica con tapa metálica para poder maniobrase por el Servicio Municipal de Aguas quienes son los que realizan el enganche del ramal de acometida.

Se debe instalar una llave de toma de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de acometida.

Llave de registro

Las válvulas o llaves de registro, se sitúan sobre la acometida junto a la propio edificio corporativo de la planta en una arqueta de fábrica, generalmente normalizada por cada Servicio Municipal de Aguas, y que sólo podrá ser utilizada por éstos. Normalmente la arqueta lleva una tapa metálica al nivel de calle y de ella parte, provista de un pasamuros para permitir su libre movimiento, el conducto que alimenta la finca.

Se instalará una llave de asiento paralelo cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de la acometida.

Llave de paso

La acometida llevará una llave de paso en el interior de la parcela alojada en una cámara impermeabilizada, la cual puede ser manejada por los usuarios en casos de necesidad.

Será también una llave de diámetro idéntico al de la tubería de acometida.

2.6.7.6.2.2 Instalación interior general

Apta de presentar diversas formas, según la normativa vigente del lugar, su finalidad es la de conducir el fluido hasta el punto del que parten las distintas distribuciones particulares a cada usuario. La instalación constará de:

Tubo de alimentación

El tramo de instalación general comprendido entre las válvulas de paso y la de retención, situado antes del contador, se llama "Tubo de alimentación". Lo deseable es que se encuentre visible en todo su recorrido, y de existir inconvenientes constructivos para ello, quedará enterrado, alojado en una canalización de obra de fábrica rellena de arena que dispondrá de un registro en sus extremos que permita la inspección y control de posibles fugas.

Válvula de retención

Se situará sobre el tubo de alimentación, junto a su unión con el armario de contadores y dentro de este. Tiene por finalidad proteger la red de distribución contra el retomo de aguas.

Contador

El contador tiene como misión, lógicamente, medir el agua captada por el respectivo usuario al que corresponde dicho aparato de medición; su lectura debe realizarse desde el exterior de la instalación. Suele ir provisto de dos llaves de corte que permiten su cambio sin que se produzcan fugas de agua.

Armario

En todos los casos, la puerta del armario o cámara destinada a la ubicación de las conexiones de las distintas instalaciones interiores particulares, deberá ser de una o más hojas que, al abrirse, dejen libre todo el ancho del cuadro de distribución.

El armario se situará en un lugar de fácil acceso y de uso común en la nave, estando dotado de desagüe directo a la alcantarilla, con cota adecuada y suficientemente separado de otras dependencias destinadas a los contadores de electricidad, gas, etc.

2.6.7.6.2.3 Instalación interior particular

Integra el conducto que, partiendo del correspondiente contador (después de la válvula de salida), lleva el fluido por la tubería llamada Montante hasta la altura del usuario, en cuyo habitáculo penetra la red a través de una nueva válvula de paso. A partir de aquí se inicia la red de distribución particular a los distintos puntos de alimentación del usuario. Los distintos elementos que integran la instalación interior particular son los que se definen:

Tubería ascendente o montante

El tubo ascendente o montante es el tubo que une el final del tubo de alimentación con la instalación interior particular. Dicho tubo deberá ser capaz de tomar la forma necesaria para enlazar dichas tuberías.

La llave de paso del abonado se instalará sobre el tubo ascendente o montante en un lugar accesible al abonado. El abonado podrá cerrarla para dejar sin agua su instalación particular. Será del mismo diámetro que el montante.

Derivación particular o de suministro

La derivación particular parte del tubo ascendente o montante y, con objeto de hacer más difícil el retorno de agua, hace su entrada 1 m. por encima del suelo, manteniéndose horizontalmente a este nivel.

De dicha derivación o de alguna de sus ramificaciones arrancarán las tuberías de recorrido horizontal hacia los puntos de consumo.

La derivación del suministro será de PVC y de diámetro 20 mm., y las llaves a colocar serán de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de derivación del suministro.

Derivación de los aparatos

La derivación del aparato conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con el aparato correspondiente.

Los diámetros de estas derivaciones se precisan a continuación, según el tipo de aparato que vaya a ser conectado:

- Lavabos: 10 mm.
- Sanitarios: 10 mm.
- Duchas: 12 mm.
- Lavaderos: 12 mm.

Las llaves a colocar en cada derivación serán de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de derivación del aparato.

2.6.7.7 Cálculos de la instalación de agua fría

La empresa constructora encargada de ejecutar la instalación de abastecimiento, e instalación de fontanería deberá justificar la elección de los diámetros de las tuberías en función a lo establecido en las Normas NTE-IFF-73 y NTE-IFC-73.

2.6.7.8 Instalación de agua caliente sanitaria

Se dotará de agua caliente sanitaria las siguientes dependencias del edificio de servicios:

Edificio Corporativo:

- 4 lavabos para el servicio de hombres.

- 2 lavabos para el servicio de mujeres.
- 6 duchas para el servicio de hombres.
- 1 ducha para el servicio de mujeres.

Debido a lo reducido del consumo, de agua caliente sanitaria se descarta la instalación de una red de agua caliente sanitaria segregada. Este Proyecto se decanta por la instalación de dos termos eléctricos de con capacidad para 200 litros.

2.6.7.8.1 Termo eléctrico

Se instalarán dos termos eléctricos de las siguientes características:

- Fabricados en chapa de acero esmaltada, con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, libre de CFCs. Protegidos contra la corrosión mediante ánodo de magnesio.
- Termostato accesible, para elección de la temperatura.
- Capacidad de acumulación 200 l.

2.6.7.8.2 Calefacción

La empresa constructora encargada de las obras deberá dotar a todas las instancias de edificio de servicios de calefacción teniendo en cuenta la Normativa y las necesidades caloríficas de los diferentes locales.

2.6.8 Instalaciones de protección contra incendios

2.6.8.1 Extintores portátiles

La definición de extintor según (RT2-EXT) es la de un aparato que contiene un agente extintor el cuál puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna. Esta presión puede obtenerse por una compresión previa permanente, por una reacción química o por liberación de un gas auxiliar.

Los aspectos realmente prácticos sobre los extintores son la adecuación del extintor al posible siniestro que se produzca, las eficacias de los extintores con arreglo a la Norma Básica y unos criterios generales sobre su colocación.

Respecto a la eficacia y clases de extintores, en la NBE-CPI 96 se recoge que la misma se designa según los valores determinados mediante el ensayo de la Norma UNE 23110 y una letra indicativa de la clase de fuego para la cual es adecuado el agente extintor contenido en el mismo. Así tendremos que el código A, se destina a los fuegos de materias sólidas y el código B para fuego de materias líquidas (en el caso de fuegos de clase A y B la Norma exige que cada extintor tenga la eficacia requerida para cada clase de fuego).

Se dispondrán extintores de eficacia mínima 21A-113B, de manera que escogeremos extintores de polvo polivalente de 9 Kg. para las diferentes naves del complejo, mientras que para el edificio corporativo, además de dos extintores de las anteriores características, se instalarán extintores de CO₂ de 5 Kg., por ser estos muy manejables y versátiles para afrontar cualquier foco de fuego . En ambos casos, los extintores deberán cumplir que puedan ser utilizados de forma rápida y fácil.

En cuanto al emplazamiento y distribución de los extintores móviles, por estar fundamentado su uso en la búsqueda de una acción rápida sobre el incendio en sus comienzos, aparte de la ubicación exigible, debe buscarse una ubicación siempre próxima a las salidas y en los lugares de fácil visibilidad y acceso, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m. del suelo. Deben de ser colocarlos siempre bajo puntos de alumbrado de emergencia si fuere posible.

En todo el recinto del edificio corporativo se dispondrán extintores suficientes para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m.

Extintores de polvo polivalente

a) Sector de incendio de planta baja de edificio corporativo

Se dispondrá un extintor situado en la salida, frente a las escaleras de acceso a la segunda

b) Sector de incendio de primera planta de edificio corporativo

Se dispondrá un extintor al lado de la salida de evacuación, frente a la escalera.

c) Sector nave de mezcla.

Se dispondrán dos extintores, uno en cada salida. La importancia de la situación de los extintores en esta nave es relativa, pues no presenta problemas de evacuación al estar sólo parcialmente cerrada.

d) Sector nave de almacenamiento.

Tres extintores, uno en cada salida de la nave de almacenamiento.

e) Sector nave de maduración

Tres extintores situados en el centro y extremos de la nave, en los laterales de la nave.

Extintores de CO₂

a) Sector de incendio planta baja de edificio corporativo.

Un extintor en fachada del laboratorio.

b) Sector de incendio planta primera de edificio corporativo.

Un extintor en la zona de administración.

c) Nave de almacenamiento

En la Nave de Almacenamiento se instalará un extintor de CO₂ cada 150 m² no siendo superior a 15 metros la distancia a recorrer para acceder a un extintor

2.6.8.2 Instalación de Bocas de Incendio Equipadas

Están destinadas para distribuir el agente extintor en un área limitada, acoplados de forma fija a una red general de agua.

En el edificio corporativo se instalarán dos bocas de incendio equipadas, una en la planta baja en la fachada perteneciente al local de primeros auxilios, y otra en la primera planta en la fachada de la Administración de la Planta.

En la nave de almacenamiento se instalarán tantas Bocas de Incendio Equipadas al menos, como el mínimo señalado por Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios del Real Decreto 1942/1993.

El sistema de Bocas de Incendio Equipadas se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 Kpa (10 Kg/cm²) manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Las bocas de incendio equipadas serán de las siguientes características:

- Armario metálico resistente a la intemperie con frente de cristal, construido en chapa metálica y protegido con una capa de pintura, incluirá marco cromado abatible con bisagras.
- Devanadera metálica, cromada y giratoria para arrollar una manguera.
- La manguera estará conectada a la red de suministro de agua, pudiendo ser 25 mm ó 45 mm de diámetro, siendo su longitud mínima de 20 m. Estará fabricada en poliéster y con recubrimiento interior en caucho sintético s/norma UNE 23091. La presión mínima de servicio será de 15 kg./cm².
- La manguera llevará conectada a su extremo una lanza proyectora de dos o tres posiciones, con proyección en forma de chorro o de nieve y con mecanismo de cierre.
- Existirá una válvula de paso con manómetro indicador de la presión de la red, el manómetro será de acero inoxidable.
- Los racores de unión serán metálicos, con acabado exterior abrillantado y protegido de la oxidación.

El cálculo de las bombas Jockey necesarias para el mantenimiento mínimo de presión en red para este tipo de instalaciones no es objeto de este Proyecto. La empresa

instaladora será la encargada de emprender cuantas acciones sean necesarias para la correcta instalación de las Bocas de Incendio Equipadas.

2.6.8.3 Instalación de detección y alarma

Se decide instalar un sistema de este tipo por considerar necesario un grado de seguridad mayor, pues tenemos un laboratorio con algunas sustancias comburentes y combustibles, aunque específicamente la Normativa vigente no contempla la obligatoriedad de esta instalación.

Las instalaciones de Detección Automática de Incendios, se basan en dos tipos de detectores: térmicos y de humos. En nuestro edificio corporativo y nave de almacenaje se instalarán detectores de humos, que se basan en células fotoeléctricas que al oscurecerse por el humo o iluminarse por reflexión de luz en las partículas de humo, se activan originándose una señal eléctrica.

En la NBE-CPI 96 se realiza una diferenciación entre las instalaciones de detección y alarma y las de alarma propiamente dicha, considerando bajo esta última denominación aquellas que se activan desde un lugar restringido y a través de personas que tengan esta responsabilidad de vigilancia. Esta diferenciación es más teórica que real, por lo que nosotros estableceremos en nuestra nave una instalación de detección y alarma convencional.

El conjunto de la instalación de detección y alarma consta de los siguientes elementos:

- Central de control y alarma.
- Subcentrales de aviso en plantas y/o sectores de plantas.
- Cabezas detectoras.
- Pulsadores para alarma manual.
- Campanas para alarma acústica.
- Instalación de líneas de cables.

Toda instalación de detección y alarma de humos se basa en un panel de control que consta de un Módulo común, que distribuye y controla la energía y otras funciones generales o comunes del panel. El panel dispone de una serie, variable en cantidad según los casos, de Módulos de zona a los que van conectados cada zona o línea de detectores correspondiente. Cada uno de estos Módulos dispone de:

- Piloto de Alarma de fuego, normalmente de color rojo y apagado. En caso de incendio en la zona se enciende.
- Piloto de Alarma de avería, normalmente de color amarillo o ámbar y apagado, que se enciende en caso de avería en esa zona.

- Piloto de energía, normalmente de color verde y encendido, que se apaga cuando falta alimentación en esa zona.
- Pulsador para prueba de lámparas de pilotos.
- Interruptor o pulsador de "Silencio" de alarma.
- Interruptor o pulsador de Prueba.

El panel de control y alarma se alimenta normalmente de corriente continua a 12 (V) o 24 (V), la cual es preparada por un panel de alimentación que recibe corriente eléctrica normal alterna a 220 (V) y la transforma y rectifica. A su vez mantiene en carga a unas baterías de socorro que están continuamente en flotación para alimentar al

Sistema en caso de falta de Energía Eléctrica de la red general. Estas Baterías deben calcularse para que mantenga al Sistema de Detección funcionando durante setenta y dos horas en estado de vigilancia y de media hora en estado de alarma.

El panel de Control y Alarma está diseñado para que cada zona esté supervisada de cualquier corte de cable o desconexión con un Relé sensible a una pequeña corriente que circula por la línea, merced a una resistencia final de línea que se desactiva al interrumpirse ésta, sonando así la alarma de Avería. En nuestro caso, el panel de Control estará situado en la planta primera, en la sala de control.

Aparte de las alarmas ópticas en el panel, ya descritas, siempre se disponen una Alarma Acústica de Fuego y otra de Avería junto al panel, llamadas "Comunes".

La detección de incendios se basa en un sistema que acusa las manifestaciones del fuego según diversos grados de rapidez y seguridad (en este caso detectores de humos). La instalación del cableado, puede realizarse oculta o a la vista, y se efectúa con dos cables de 1,5 mm² de sección para cada derivación de detección.

Debe instalarse una centralita de señalización de detectores, con distribución a tres hilos, también de 1,5 mm², para tener la disponibilidad de instalar repetidores luminosos en las proximidades de cada cabeza.

El cableado en las conducciones verticales puede hacerse bien dentro de tubos metálicos o de plástico rígido, o bien por medio de cable tipo manguera, procurando evitar zonas expuestas a la prolongación de un incendio y, en lo posible, separadas de las restantes instalaciones.

En cuanto a la disposición de los detectores, se basa en las denominadas "Superficies de Control", las cuales son fundamentales a la hora de distribuir los detectores. Debe instalarse un detector cada 60 m² y en pasillos uno cada 11,5 m lineales en el edificio corporativo, y cada 120 m² en la nave de almacenamiento. La nave de maduración y nave de mezcla están exentas de esta instalación, pues la posibilidad de un incendio y sobre todo la propagación del mismo es muy poco probable. Por otra parte los

daños personales de un incidente de esta naturaleza se adivinan casi imposibles y los económicos de muy poca relevancia.

Serán colocados en los falsos techos en el edificio corporativo y adosados a la cubierta mediante elementos metálicos en la nave de almacenamiento.

Los pulsadores para alarma manual o campanas de aviso de la instalación no suelen presentar dificultades de implantación, ya que solamente conectan a dos hilos y su localización no exige gran exactitud. La única condición exigible a los Pulsadores es que estén bien visibles y al alcance de cualquier persona. Se instalarán un pulsador de alarma en cada planta del edificio corporativo, y todos aquellos que recomiende la Normativa de Protección y Detección de incendios en la Nave de almacenamiento.

En cuanto a la previsión de una alarma, lo más adecuado es una alarma de dos tonos con señales de desalojo de urgencia según la Norma AFNOR para no producir pánico, ya que su única finalidad es transmitir desde el puesto de control centralizado una señal perceptible de la existencia de un incendio para sus ocupantes.

Generalmente se completan con otra alarma externa, sirviéndose en este último caso de una ayuda supletoria mediante una lámpara con destellos que tiene por objeto la rápida localización por el servicio de Extinción de Incendios del lugar donde se ha producido el siniestro.

2.6.8.4 Instalación de alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe disponerse según indica el artículo 21 de la NBE-CPI 96. En el mismo se manifiesta que será necesario en recintos de ocupación mayor que 100 personas, en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección y cuando haya cuadros de distribución de la instalación de alumbrado en el interior del local. Por tanto, en nuestro caso no sería necesario, si bien su instalación se considera oportuna por completar las instalaciones de protección contra incendios con un coste más que razonable.

En general, la disposición habitual del alumbrado de emergencia es la colocación de los bloques autónomos de señalización a una altura de 2,10 m. del suelo y de tal forma que no se recorran más de 7 m. sin encontrar otra luz y siempre indicando la vía de evacuación más rápida.

En lo que se refiere a las características del alumbrado de emergencia, la instalación debe ser obligadamente fija y dotada de fuente autónoma de energía.

Habitualmente, la solución consiste en baterías en los aparatos autónomos automáticos de 6 ó 12 W. de potencia. Su funcionamiento es automático al producirse el

fallo del alumbrado general o cuando la tensión baja al menos del 70 % de su valor nominal.

Las condiciones de servicio de la NBE-CPI 96 que se determinan en su artículo 21 exigen un suministro mínimo en los ejes que de un paso de iluminación mínima de 5 lux. Esta posibilidad de fallo en el suministro de corriente eléctrica exige la previsión de lámparas de 12 W. colocadas superiormente sobre los mecanismos antes citados y sobre las salidas de evacuación. Por otro lado, resulta taxativa la necesidad de prever esta instalación en escaleras, vestíbulos y accesos.

Como norma general puede considerarse que las lámparas de incandescencia de 3 W. de potencia son suficientes para la iluminación de 6 m² mientras que las de 6 W. iluminan de forma suficiente superficies de 12 m². En el caso de lámparas fluorescentes, las de 6 W. iluminan entre 30 y 60 m².

Una medida complementaria recomendable es la colocación de estos bloques encima de los extintores, pues el manejo de éstos puede ser un factor decisivo para mediante su uso atravesar con decisión y abrirse paso a través de un fuego.

Deben instalarse equipos autónomos con lámparas de 12 W. y baterías también de esa potencia, que nos proporcionarán holgadamente el flujo mínimo de 5 lúmenes/ m², y los situaremos al lado de todos los extintores, en las escaleras de la zona del edificio corporativo, encima de las salidas y de los cuadros eléctricos, y en general, en el recorrido de evacuación de los dos sectores de incendio.

Por último, recordar que este alumbrado deberá poder funcionar durante un mínimo de 1 hora.

2.6.8.5 Instalación de alumbrado de señalización

Debe funcionar de manera permanente, proporcionando en los ejes de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux. Es un complemento de la instalación de alumbrado de emergencia, y se trata básicamente de poner pegatinas luminosas que indiquen la presencia de extintores, pulsadores de alarma y salidas de evacuación, para que los ocupantes puedan localizar rápidamente el elemento en cuestión en caso de incendio.

Por otro lado, también se debe proveer el recorrido de evacuación de los dos sectores de incendio de flechas luminosas que indiquen la dirección y el sentido de la evacuación del sector, distribuidas convenientemente.

2.6.8.6 Instalaciones exteriores

Un extintor manual es un elemento con muy poca capacidad de extinción. Normalmente se agota en unos 20 segundos. Puede por tanto apagar sólo pequeños conatos de incendio.

Si el conato de incendio no es apagado o se ha detectado tarde el incendio, el fuego sólo podrá ser apagado con medios más potentes. Si no se disponen de medios fijos de extinción, el personal de la empresa o los bomberos profesionales necesitarán esos medios de extinción para controlar un fuego que en muchos casos, si no se hiciera así, podría provocar consecuencias desastrosas.

Un camión cuba de bomberos se puede agotar en cinco minutos. Por este motivo se instalarán cuatro hidrantes, capaces de garantizar en todo momento un caudal de agua suficiente para el cuerpo de bomberos.

La instalación de hidrantes de incendios cumplirá con las siguientes condiciones (NTP 42):

- Los hidrantes estarán preparados para resistir las heladas y las acciones mecánicas, cuando sea necesario.
- Se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante, siendo el diámetro de la misma y el del tramo de red al que se conecte, iguales como mínimo, al del hidrante. Dispondrán de válvula de cierre tipo compuerta o de bola.
- Estarán situados en lugares fácilmente accesibles a los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23-033-81: "Protección y lucha contra incendios".
- El diseño y alimentación de la red que, contenga a los hidrantes serán adecuados para, que, bajo la hipótesis de puesta en servicio de los dos hidrantes más próximos a cualquier posible incendio, el caudal de cada uno de ellos sea, como mínimo, de 500 l/mín., para hidrantes Tipo 80 mm., y 1.000 l/min para hidrantes Tipo 100 mm., durante dos horas y con una presión mínima de 10 m.c.d.a.

Para responder a los anteriores requisitos se planea la siguiente instalación:

a) Caseta para alojamiento de equipos de bombeo:

Se construirá una caseta para alojamiento de equipos de bombeo de la red de protección contra incendios, de 2.40x2.40 m y 2.50 metros de altura mínima, realizada en bloques de hormigón gris de 40x20x20 cm, enfoscados y fratasados, con forjado unidireccional de 22+4 cm, formado por viguetas auto resistentes de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm e impermeabilización asfáltica.

b) Equipo de bombeo

- Bomba Jockey de 12 m³/h de caudal, presión de arranque de 6.5 Kg/cm² y presión de parada de 8 Kg/cm².
- Grupo electrobomba principal con caudal de 84 a 126 m³/h, altura manométrica de 84 a 120 m.c.d.a. y potencia de 50 CV.
- Bomba diesel con caudal de 84 a 162 m³/h y 65 CV de potencia.
- Depósito acumulador de 50 l a 17 kg/cm².
- Caudalímetro
- Válvulas y accesorios

c) Cuatro hidrantes. Se instalarán un hidrante en cada extremo de la Nave de Almacenamiento, uno frente al edificio corporativo, y el último en la Nave de Maduración.

No existe un requerimiento de posicionamiento concreto para el hidrante situado en el frente del edificio corporativo, siempre y cuando resulten de fácil acceso a los cuerpos de bomberos.

Serán hidrantes antichoque y antihielo de 3", con tres bocas, una de 70 mm y dos de 45 mm con toma directa a red

d) Las distintas tuberías de la instalación serán de fundición dúctil de 150 mm de diámetro con revestimiento interior de brea-epoxi y exterior de pintura anticorrosión.

e) Depósito contra incendios. Se instalará un depósito exterior de 150 m³ de capacidad. La instalación del depósito correrá a cargo de un instalador debidamente autorizado en Instalaciones Contra Incendios.

El depósito será de categoría 2, tal y como define la norma U.N.E. 23-500-90 de "Sistemas de Abastecimiento de Agua Contra incendios".

El depósito de agua contra incendios estará fabricado en acero al carbono e incorporará como parte de suministro todos los accesorios necesarios (indicadores de nivel, bridas de conexión, etc.), necesarios para el aseguramiento del servicio de protección contra incendios tal y como define el reglamento RD. 1942/1993.

2.6.9 Iluminación

2.6.9.1 Consideraciones generales

El número de luminarias a instalar en cada caso por la empresa adjudicataria deberá ser aquel que proporcione, aproximadamente un nivel de iluminancia medio en servicio que oscile entre los valores recomendados y óptimos ofrecidos por la siguiente tabla, para cada caso particular.

Ver la tabla siguiente:

Clases de local	Iluminancia media servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Optimo
Zonas generales edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Oficinas			
Oficinas normales, salas de proceso de datos, salas de conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 2.44: Iluminancia media recomendada según clase de local

En la tabla anterior tenemos un cuadro simplificado de los niveles de iluminancia en función del tipo de tareas a realizar en el local.

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de ésta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Para la elección de las diferentes luminarias a instalar nos apoyamos en la siguiente tabla:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente
	Fluorescente
	Halógenas de baja potencia
	Fluorescentes compactas
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes
	Alumbrado localizado: incandescentes
Industrial	Todos los tipos
	Luminarias situadas a baja altura(<6 m): fluorescentes
	Luminarias situadas a gran altura(>6 m): V.S.A.P.
	Alumbrado localizado: incandescentes

Tabla 2.45: Tipo de luminaria más utilizado en cada ámbito de uso

2.6.9.2 Iluminación interior

2.6.9.2.1 Iluminación industrial interior

Para la iluminación interior de las naves de mezcla, almacenamiento y maduración se utilizarán lámparas de descarga de vapor de alta presión (V.S.A.P.), puesto que éstas son las más ventajosas para alturas mayores de 6 metros. Los puntos de luz estarán compuestos por luminaria de aluminio estanco tipo PZE o similar, con lámpara de 250 W/220 V y equipo de encendido.

Para la galería de servicios y la caseta de alojamiento del equipo de impulsión de la instalación contra incendios se emplearán fluorescentes, pues estos ofrecen soluciones de iluminación más eficientes para puntos de luz situados a alturas menores de 6 metros.

2.6.9.2.2 Iluminación interior del edificio corporativo

Debido a la altura de los puntos de luz, 2.5m. se utilizarán fluorescentes por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van desde los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de la luz y apantallamiento.

Se instalarán luminarias fluorescentes de 58 W en todas las dependencias, todas ellas empotradas para una mejor protección y sencilla instalación.

2.6.9.3 Iluminación exterior

En los aparcamientos se utilizarán luminarias de 250W, de 3,5 metros de altura con decorativa esférica, que incorpore un reflector diseñado para limitar la contaminación lumínica con un máximo rendimiento, permitiendo reducir el número de puntos de luz instalados y ahorrar energía.

En los viales que rodean la nave de maduración se luminarias de 150W de vapor de sodio de alta presión montada sobre columna de 9 metros de altura.

2.6.10 Planificación y medios necesarios de ejecución obra

Para el estudio del Programa de Trabajos que debe responder a la ejecución de las obras, correspondiente al proyecto de la planta de compostaje se parte de datos básicos, número de unidades de cada actividad principal y número de días trabajados en cada una de las actividades.

Se ha tomado como inicio hipotético de las obras el día 1 de Abril de 2.005, para la estimación del cálculo de días útiles de trabajo, sin que ello represente un condicionante en la planificación de los trabajos presentada y esta se ajustará a la fecha real de comienzo que se estime oportuno.

El plazo de ejecución propuesto para la construcción de la obra es de seis (6) meses, transcurridos desde la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. Para la elaboración del programa de trabajos se han tenido en cuenta los días y horas útiles mensuales, cuyo cálculo se ha basado en las isóneas de lluvia y temperatura del Principado de Asturias, editadas por el MOPTMA, actual Ministerio de Fomento.

Debe tenerse en cuenta que este apartado de Planificación y estudio de medios necesarios es meramente orientativo, siendo responsabilidad del Contratista la elaboración de un estudio más detallado si fuera necesario y procurar los medios necesarios para la correcta ejecución de la obra.

2.6.10.1 Determinación de los días útiles de trabajo

Para la realización del programa de trabajos se han considerado los resultados del estudio climatológico adjunto, en él se han calculado los coeficientes de reducción para los distintos trabajos. Los medios de los coeficientes de reducción para los distintos trabajos ya se han tenido en cuenta en los rendimientos antes mencionados.

De acuerdo con la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, denominada "Isóneas de Coeficientes de Reducción de

los Días de Trabajo", conviene recordar que el cálculo de los días realmente trabajados de cada mes intervienen dos clases de reducciones:

- Los días festivos que varían según el año y la localidad, cuya importancia es notable.
- Los días de climatología adversa cuya incidencia se traduce en el coeficiente de reducción a aplicar a los días laborables y que ha de determinarse por clase de obra.

De otro lado las clases de obra consideradas son:

- Explanaciones
- Hormigones hidráulicos
- Materiales granulares
- Mezclas bituminosas

Condiciones límites

Por cada clase de obra definida se entiende por día útil de trabajo en cuenta a climatología se refiere, el día que la precipitación y la temperatura del ambiente sean inferior y superior respectivamente a los límites que más adelante se definen. No se tienen en cuenta las altas temperaturas del ambiente que impidan la puesta en obra del hormigón, tanto por el número inapreciable de días que se dan, como por caer dentro del microclima de una zona reducida. Son necesarias las siguientes definiciones:

- Temperatura límite ambiente para las manipulaciones de materiales naturales húmedos. Se define como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos, la de 0°C.
- Precipitación límite. Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm/día y 10 mm/día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia y el segundo limita el resto de trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm/día, no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

Coeficientes de condiciones climatológicas

Se definen los siguientes coeficientes climatológicos:

Coeficiente por helada:

MESES	H	T	T'	L	L'
Enero	0,96	0,6	0,22	0,87	0,64
Febrero	0,94	0,63	0,22	0,88	0,72
Marzo	1	0,72	0,27	0,89	0,69

Abril	1	0,81	0,5	0,93	0,69
Mayo	1	1	0,9	0,95	0,67
Junio	1	1	1	0,95	0,69
Julio	1	1	1	0,96	0,74
Agosto	1		1	0,94	0,7
Septiembre	1		1	0,89	0,68
Octubre	1		0,78	0,83	0,6
Noviembre	1	0,92	0,5	0,83	0,59
Diciembre	1	0,71	0,26	0,84	0,52

Tabla 2.46: Cuadro coeficientes de condiciones climáticas adversas de la zona de obras

H=	Temp. superior a 0°C (Heladas).
T=	Temperatura superior a 5°C.
T'=	Temperatura superior a 10°C.
L=	Precipitación inferior a 10mm/día.
L'=	Precipitación inferior a 1mm/día.

Coeficientes de reducción

Para el cálculo de los coeficientes a aplicar a cada clase de obra, se consigna el factor meteorológico que afecta a:

Clase de obra	Factores que afectan a la obra				
	H> 0°C	L< 10mm	L'< 1mm	T> 5°C	T'>10°C
EXPLANACIONES	*****	*****	*****		
HORMIG. HIDRAUL.	*****	*****			
M. GRANULARES	*****	*****			
M. BITUMINOSAS			*****		*****

Tabla 2.47: Factores meteorológicos que afectan a la obra

Por tratarse de fenómenos con probabilidad independiente, y como el trabajo ha de suspenderse cuando concurra una de varias condiciones adversas, se aplican reiteradamente los coeficientes de reducción correspondientes.

El coeficiente de reducción que se aplica a cada clase de obra es:

Explanaciones	$C_m = (L+L') \times H/2$
Hormigones hidráulicos	$C_m = H \times L$
Materiales granulares	$C_m = H \times L$
Mezclas bituminosas	$C_m = L' \times T$

Tabla 2.48: Coeficientes ver a continuación

Cálculo de los días útiles de trabajo

En el cálculo de los días útiles de trabajo para cada mes, intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos, variables según el año y localidad, y cuya importancia es notable.
- Los días de climatología adversa.

Dado que los días festivos pueden ser también de climatología adversa, adoptaremos el criterio propuesto en la publicación de la Dirección General de Carreteras. Si para un mes determinado, C_f representa el coeficiente de reducción de días festivos y C_m representa el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, $(1 - C_m)$ representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y $(1 - C_m) \times C_f$ la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total será, por lo tanto:

$$G = 1 - (1 - C_m) \times C_f \quad (23)$$

Meses	Días laborales.	Explanada	Hormigones	M. Granular
2016				
Abril	0.86	0.95	0.95	0.59
Mayo	0.86	0.95	0.95	0.67

Junio	0.86	0.95	0.95	0.68
Julio	0.91	0.95	0.95	0.73
Agosto	0.86	0.95	0.95	0.71
Septiembre	0.85	0.95	0.95	0.65
Octubre	0.80	0.90	0.90	0.60

Tabla 2.49: Coeficientes de reducción

Meses	Días laborales.	Explan.	Hormigones	M. Granular	M. Bituminosas
<i>2017</i>					
<i>Abril</i>	<i>20</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>11</i>
<i>Mayo</i>	<i>21</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>14</i>
<i>Junio</i>	<i>22</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>14</i>
<i>Julio</i>	<i>21</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>16</i>
<i>Agosto</i>	<i>23</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>15</i>
<i>Septiembre</i>	<i>22</i>	<i>17</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>13</i>
<i>Octubre</i>	<i>20</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>13</i>
<i>Total</i>	<i>146</i>	<i>125</i>	<i>138</i>	<i>138</i>	<i>96</i>
<i>Media mensual</i>	<i>20,83</i>	<i>17,82</i>	<i>19,69</i>	<i>19,69</i>	<i>13,63</i>

Tabla 2.50: Días útiles por clase de obra

2.6.10.2 Implantación en obra y replanteo

2.6.10.2.1 Obras generales

Durante el primer mes y medio de ejecución de la obra se procederá a realizar el replanteo y el montaje de las instalaciones de obra, caseta de oficinas, casetas de Higiene y acometidas de electricidad y agua.

Instalaciones en obra

Se han previsto las siguientes instalaciones provisionales en obra:

- Caseta de oficina del contratista
- Vestuario para personal
- Aseos
- Comedor

- Almacén
- Taller de ferrallado y encofrado

2.6.10.2.2 Obras generales

Se prevén las siguientes actuaciones:

Movimiento de tierras

Una vez iniciado el replanteo de la obra se procederá a la excavación y transporte de tierras.

Los principales volúmenes aproximados de este capítulo son los siguientes:

- 89.000 m³. Excavación en explanaciones.
- 84.000 m³. Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.
- 5000 m³. Terraplén.

El equipo de ejecución necesario para la realización de estas unidades se encontrará constituido de la siguiente manera:

- 1 Retroexcavadoras s/cadenas de 80 m³/h.
- 1 Retroexcavadora con martillo picador de 55 m³ /h.
- 1 Tractor s/cadenas de 90 m³/h.
- 1 Cargadora s/n 988.
- Camiones de 15 m³, que sean necesarios.
- 3 Peones.

El rendimiento medio de este equipo es de 1.800 m³/día, por lo que el plazo previsto para la ejecución de esta actividad es de 50 días útiles de trabajo.

Excavación en zanja

Para la excavación de tierras se contará con una retroexcavadora de 73 c.v. y 80 m³/h, 1 peón y 1 maquinista.

El rendimiento medio de este equipo es de 575 m³ /día.

Rellenos

Para la ejecución de los rellenos se ha previsto el siguiente equipo:

- 1 Retroexcavadora cargadora 4x4 de 76 c.v. y 75 m³/h alquilada.
- 1 Compactador manual.
- 1 Compactador de 12 c.v. y 30 m³/h alquilado.
- Peones.
- Maquinistas.

El rendimiento medio de este equipo es de 300 m³/día.

Equipo de transporte y extendido de zahorras

- 1 Motoniveladora de 150 c.v. y 200 m³ /h.

- 1 Compactador vibrat. Autopr. 200 m³ /h.
- 1 Cisterna de 8.000 l.
- 1 Encargado.
- 2 Peones.
- Útiles y herramientas.

Los rendimientos medios de este equipo, son de 900 m³/día en extendido y compactado de base granular.

2.6.10.2.3 Obra civil

Los volúmenes de hormigón, acero y encofrado utilizado en las distintas obras, son los siguientes:

OBRA DE FABRICA	HORMIGÓN (M3)	ENCOFRADO(M2)	ACERO(KG)
MUROS DE CONTENCIÓN	830	1.106	60.400
PLANTA Y VIAL INTERIOR	3.650		18.250
TOTAL	4.480	1.106	78.650

Tabla 2.51: Volúmenes de Hormigón, acero y encofrado utilizado.

a) Hormigones

La demanda de hormigones más importante se centra en la ejecución la losa de la planta y vial interior ya que son las únicas que pueden presentar un camino crítico, considerando su ejecución a lo largo de 4 semanas para la ejecución de los muros y 9 semanas para la losa, requiere un rendimiento medio diario de $(830 \text{ m}^3/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 46 \text{ m}^3/\text{día}$ para hormigones en muros. Para tal fin se emplearán un equipo compuesto por:

- 1 Encargado
- 2 Oficiales
- 2 Ayudantes

Con la siguiente maquinaria:

- 1 Camión bomba de hormigón de 135 c.v. y 55 m³/h.
- 2 Compresores con vibradores de 34 c.v. y 3,7 m³/min.
- 1 Camión bomba de hormigón (de reserva).

Estos equipos tienen capacidad para ejecutar la puesta en obra de 60 m³/día de hormigón cada uno para hormigón en muros.

Para hormigón en losas se requiere un rendimiento medio diario de $(3.650 \text{ m}^3/9 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 89 \text{ m}^3/\text{día}$ para hormigones en losas. Para tal fin se empleará un equipo compuesto por:

- 1 Encargado
- 1 Oficiales
- 3 Peones

Estos equipos tienen capacidad para ejecutar la puesta en obra de $200 \text{ m}^3/\text{día}$ de hormigón.

b) Acero en redondos:

Durante las obras será necesario cortar, doblar y colocar en obra unos 187.484 Kg. de acero en armaduras, para lo cual se instalarán un taller de ferrallado que garantice una producción de $(60.400 \text{ Kg}/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 3.322 \text{ Kg.}/\text{día}$ para los muros de contención. El personal de taller estará formado por un encargado que dirigirá a una cuadrilla de ferrallas formadas por un oficial y dos peones, dotados de un camión grúa para el movimiento de acero.

Quedando el equipo de ferrallado compuesto por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Cizalladora de 1,5 c.v.
- 1 Alba C de 3 c.v.
- 1 Camión de 120 c.v.
- 1 Encargado
- Oficiales
- Peones

El rendimiento medio de este equipo es de $4.000 \text{ Kg.}/\text{día}$

c) Encofrado y cimbrado

Las mediciones de encofrado son de 1.106 m^2 que considerando cuatro semanas de ejecución requieren un rendimiento medio de $(1.106 \text{ m}^2/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0,9) = 62 \text{ m}^2/\text{día}$.

Considerando el empleo en su mayor parte de encofrados en grandes paneles tipo Peri, será necesario disponer en obra de unos 300 m^2 de encofrados. El personal será dirigido por un encargado y estará formado por una cuadrilla, formada por tres oficiales, tres ayudantes y tres peones. La maquinaria empleada será una camión grúa. Cada cuadrilla de encofrado tiene capacidad para ejecutar la puesta en obra de $180 \text{ m}^2/\text{día}$.

Quedando el equipo de encofrado formado por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Camión grúa marca Luna GT20/22.

- 300 m² Encofrados.
- 1 Encargado.
- 3 Oficiales.
- 3 Ayudantes.
- 3 Peones.

2.6.10.2.4 Seguridad e higiene

Desde el principio de la obra y hasta el fin de la misma, se cumplirá con el Plan de Seguridad e higiene en el trabajo, presentado al inicio de la obra y de cuya rigurosa ejecución se encargará el Jefe de Seguridad.

2.6.10.2.5 Conclusiones

En la presente Memoria Constructiva se ha descrito el proceso de ejecución de las obras que se realizará, en el que destacamos los siguientes puntos:

- Oficinas e instalaciones a ubicar en las proximidades de la obra.
- Con carácter mensual en general, y quincenal o semanal para actividades críticas, se revisarán el cumplimiento del Programa de Trabajos, tomando las medidas oportunas para corregir desvíos, pudiendo estar estas medidas contempladas en el incremento de los equipos anteriores si el desfase así lo exigiera.

Se adoptará un Sistema de Calidad por parte de la empresa constructora, adjudicataria de las obras, y previamente al comienzo de los trabajos se completará el desarrollo para su implantación en la obra. Su desarrollo, así como la eficacia de su implantación será supervisada por la Dirección de Calidad mediante las auditorías de Calidad periódicas llevadas a cabo por un servicio de Auditorías, de las que informará al

Comité de Gerencia, proponiéndole las medidas correctoras necesarias a adoptar para corrección de eventuales desviaciones o mejora de la eficacia del sistema implantado.

Por tanto la adjudicataria dispondrá los medios necesarios, para que la ejecución de las obras cumpla con los requisitos de calidad que marca la normativa existente, efectuando los ensayos y controles recogidos en:

- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes PG-4/88".
- "Instrucciones para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón armado, en masa y pretensado EH-91 y EP-93".
- "Estructuras de acero (EA-95)".
- "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnico Complementarias.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-93).
- Todas aquellas normas, recomendaciones e instrucciones que existan, y guardan relación con las unidades de obra de este proyecto.

2.7 Bibliografía de la memoria

2.7.1 Artículos de revista científica

Agamuthu, P., Choohg, L.C., Hasan, S., Praven, V.V. Kinetic Evaluation of composting of agricultural Wastes. *Environemntal Technology*, 2000, 21(2), 185-192

Bernal, M.P., López-Real, J.M., Scott, K.M. Application of natural Zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a laboratory composting simulator. *Bioresource Technology*, 1993, 43, 35-39

Bono, J.J., Chalaux, N. & Chabbert, B. Bench-Scale Composting of Two Agricultural Wastes. *Bioresource Technology*, 1992, 40, 119-124

Burés, O., Soliva, M. Composting sewage sludge-pine bark. *Acta Horticulturae*, 1983, 150, 545-551

Echeandia, A. Tratamiento aerobio de la gallinaza. Seminario de residuos Ganaderos, Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Fundación La Caixa, 1992, 57-66

Fernandes, L., Zhan, W., Patni, N.K., Jui, P.Y. Temperature distribution and variation in passively aerated static compost piles. *Bioresource Technology*, 1994, 48, 257-263

Fundación La Caixa. Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura. Ed. AEDOS, Madrid (1995).

González, J.L., Benitez, I.C., Pérez, M.I., Medina, M. Pig slurry compost as Wheat Fertilizers. *Bioresource Tecnology*, 1992, 40, 125-139

Guerra-Rodriguez, E., Vázquez, M., Diaz-Raviña, M. Co-composting of barley wastes and solid poultry manure, *Bioresource Tecnology*, 2000, 75, 223-225

Sala Villaplana, F. Disminución de lixiviación durante el compostaje de RSU por adición de compost maduro. *Tecno Ambiente*, 1992, 18, 41-45

Mantecón Pascual, R. Planta de compostaje de restos de poda y lodos de depuradora en Castelldefels (Barcelona), *TecnoAmbiente*, 1994, 35, 27-37

2.7.2 Libros

Marañón, E., Sastre, H., Castrillón, L., Glez-Prendes, J.M., Pertierra, J. y Berrueta. Generación de residuos de ganado vacuno (purines) en Asturias. Problemática y tratamiento. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, 1998

Herranz, D., Ibáñez, E. y Sánchez, F. Proceso de compostaje *ENVITAL*". Residuos No. 44, 1998

Nogales, R. y col. Uso agrícola de los compost y vermicompost de basuras urbanas. Residuos, año V, No. 27, 1995

Tejada, M., Dobao, M.M., Benítez, C. y González, J.L. Calidad del compost de residuos sólidos urbanos. Residuos No. 44, 1998

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S.A. Gestión Integral de RSU, McGraw Hill, Madrid, 1994

3 ANEXOS

3.1 Estudio de Impacto Ambiental

3.1.1 Introducción al estudio de impacto ambiental

Todas las actividades desempeñadas por el ser humano implican una serie de perturbaciones en el medio ambiente que le rodea. Debido a ello, se han desarrollado diversas normas legales sobre impacto ambiental, con el fin de controlar aquellas actividades que producen los impactos más importantes en el entorno. En los anexos I y

II de la Ley 6/2001 se incluye una lista de las actividades sujetas al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Es fundamental la realización de dichos estudios y análisis para desarrollar las actividades referidas dentro de un marco de cumplimiento de la normativa legal vigente, así como para alcanzar el objetivo fundamental del VI Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea: El Medio Ambiente 2010, el futuro en nuestras manos. Ello no quiere decir que no se deban realizar las actividades a evaluar, sino que deben llevarse a cabo de una forma racional.

La planta de compostaje presentada en este proyecto se encuadra en el anexo II de la Ley 6/2001 dentro del grupo 9, referido a las instalaciones de eliminación de residuos no incluidas en el anexo I. Por tanto, se pone de manifiesto la necesidad de la realización de un estudio de Impacto Ambiental, como paso ineludible para la puesta en marcha de este proyecto.

De acuerdo con la legislación vigente, el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debe incluir los apartados siguientes:

- Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales.
- Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energías resultantes.
- Una exposición de las principales alternativas estudiadas y de las principales razones que justifican la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.
- Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

3.1.1.1 Definiciones de interés

3.1.1.1.1 Concepto de medio ambiente

Según la definición de la Unión Europea, medio ambiente es “la combinación de elementos cuyas complejas interrelaciones constituyen el marco, el entorno y las condiciones de vida del individuo y la sociedad, tal como son o tal y como se perciben”.

De marcado signo antrópico, esta definición hace referencia al medio ambiente en torno al ser humano y su sociedad, aunque bien podría ser aplicado a cualquier ser vivo o cualquier elemento físico. El medio ambiente, según la definición de la Unión Europea, está formado por una serie de elementos entre los que existen una complicada red de mecanismos que los interrelacionan, es decir, el medio ambiente es un sistema de elementos interdependientes.

Los cambios efectuados en uno sólo de los elementos que componen el medio ambiente pueden difundirse y extenderse al conjunto de éste, a través de una espesa red de interrelaciones. Se entiende por cambio global en el medioambiente aquellas alteraciones en los sistemas naturales, físicos o biológicos, cuyos impactos no son y no pueden ser localizados, sino que afectan al conjunto de la tierra.

Los sistemas naturales, físicos o biológicos, se hallan sometidos a importantes procesos de cambio y transformación. Estos cambios han sido continuos desde la conformación de la tierra, pero han sufrido una aceleración y, en algunos casos, un cambio de dirección en los últimos doscientos años, debido a la intervención humana.

Se plantea así una doble visión del medio ambiente:

- Una visión globalizadora y completa que entiende el medio ambiente como un complejo mecanismo en evolución constante.
- Una visión fragmentada o especializada de cada uno de sus elementos, entendidos como parte de un sistema, es decir, el propio elemento y sus interrelaciones ambientales.

A partir de esta doble visión del medio ambiente surgirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el concepto de impacto global, como la alteración sufrida por todo un sistema, y el concepto de impacto ambiental específico, como la alteración que afecta a uno de los elementos del medio, así como a sus interrelaciones.

Es asimismo importante tener en cuenta que el conjunto de elementos y las interrelaciones que les caracterizan pueden ser vistos y entendidos parcialmente en grandes grupos de elementos y relaciones; es decir, el sistema ambiental comprende varios subsistemas que permiten un entendimiento y análisis parcial del mecanismo global.

Finalmente, de la definición de medioambiente de la Unión Europea emana el concepto de percepción social del medio, es decir, no sólo se entiende el medio ambiente y sus elementos a partir de la visión que proporciona el conocimiento científico, sino que también se entiende a partir de la valoración que de ellos haga la sociedad.

3.1.1.1.2 Concepto de impacto ambiental

Se entiende por impacto ambiental “la alteración inducida en el Medio Ambiente por una actuación determinada, tal y como es y tal y como se percibe”.

El término alteración se refiere al desarrollo de un cambio en el complejo sistema de elementos e interrelaciones que constituyen el medio ambiente. Esta alteración será valorada y entendida, tanto en términos objetivos, como en términos subjetivos o de percepción.

En este Estudio de Impacto Ambiental, se entenderá por “impacto” el efecto producido por una determinada actuación, así como la gravedad o valor que posee dicho efecto. Ciertos autores consideran que el “efecto ambiental” es la alteración que se produce en el medio ambiente como consecuencia de las actuaciones de determinados proyectos o actuaciones (por ejemplo, el movimiento de tierras en una construcción de autopista), mientras que el “impacto ambiental” es la consecuencia del efecto ambiental, representada por las variaciones en los atributos ambientales y expresada en términos cualitativos o cuantitativos (por ejemplo, la erosión producida por el movimiento de tierras).

En cualquier caso, todos los autores coinciden en identificar la relación de causa-efecto que subyace en el concepto de impacto ambiental, es decir, el impacto se estudiará siempre como resultado de una actuación determinada de la que puede ser efecto directo o indirecto.

Los efectos directos aparecen como consecuencia inmediata a la aplicación de una determinada actuación sobre un elemento del medio, mientras que los efectos indirectos tendrán lugar a partir de modificaciones en las interrelaciones que dicho elemento sustenta con otros elementos constituyentes del sistema.

En esta relación causa-efecto que subyace en el concepto de impacto ambiental, es importante considerar el concepto de “acción de proyecto” o causa primera de impactos, y el concepto de “factor ambiental”. Debe remarcarse de esta manera lo siguiente:

- Se entiende por “acción de proyecto”, cualquier elemento estático o dinámico del proyecto que pueda provocar una alteración ambiental.
- Se entiende por “factor ambiental”, el elemento o aspecto del medio ambiente que puede verse alterado, directa o indirectamente, por el proyecto a desarrollar.

El concepto de impacto ambiental surge de cruzar los dos conceptos anteriormente expresados, con la consiguiente dificultad para valorar que impactos son más perjudiciales para el medio. Determinar el valor de un impacto concreto es una tarea realmente delicada, ya que no se debe tener en cuenta únicamente el efecto en sí (magnitud del impacto), sino también la valoración que la sociedad hace del mismo

(importancia del impacto). Así una misma actuación que provoque un mismo impacto en dos zonas distintas no tiene porqué poseer la misma valoración de impacto ambiental.

3.1.1.1.3 Concepto del valor del impacto

El objetivo básico de la Evaluación de Impacto Ambiental es establecer la admisibilidad de las actuaciones que se someten a dicho proceso, es decir, hasta qué punto es permisible para el medio ambiente que se produzcan los efectos de una actividad concreta.

La “admisibilidad” de los efectos de una actividad o, por el contrario, su “gravedad”, se incorpora a la propia esencia del impacto, como una referencia social del valor que posee. Lógicamente, no es la única referencia que se toma, ya que no existen efectos que son reactivos de procesos irreversibles, en algunos casos, y en otros son inocuos. Es decir, también hay cierta base científico-técnica en la determinación de dicha gravedad o admisibilidad.

Esta dualidad científico-social del valor del impacto es muy compleja, de manera que si bien ambas esferas de la valoración son entendibles en sí mismas, operativamente presentan numerosas dificultades a la hora de establecer la gravedad o admisibilidad de un impacto.

La valoración del impacto ambiental tiene lugar en la última fase de la evaluación de impacto ambiental, y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y también de proyectos distintos.

Existen diversos métodos para calcular el valor de los impactos, cada uno de los cuales ha intentado hacer frente a la dualidad del mismo.

3.1.2 Descripción del proyecto y sus acciones

Se proyecta una planta de compostaje en el Concejo de Carreño, para la valorización de la fracción orgánica de los residuos de gallinaza, que están alcanzando una cuota muy importante en el Concejo de Carreño (alrededor del 60% de la producción de toda Asturias). De esta manera se convierte un residuo contaminante como la gallinaza en un producto, el compost, apreciado fertilizante orgánico natural de importante valor comercial.

Las actuaciones más destacadas que supone la ejecución de este proyecto son las siguientes:

- Desbroce y movimiento de tierras, como labores preliminares de adecuación de la finca.

- Construcción de 5 túneles de fermentación, incluyendo la correspondiente infraestructura de gestión de lixiviados y de gases y olores provenientes de los mismos. Esto incluye el depósito de lixiviados y la construcción del biofiltro.
- Construcción de la nave de mezcla, nave de maduración, nave de almacenamiento, edificio corporativo y galería de servicios.

3.1.3 *Inventario ambiental*

3.1.3.1 *Introducción al inventario ambiental*

Los Inventarios Ambientales son la base de la que parte cualquier Estudio de Impacto Ambiental. Es de comprender que si no se realiza adecuadamente esta parte del trabajo, estaremos incrementando considerablemente la posibilidad de error, al dar por supuestas u obviar determinadas cuestiones que en realidad son diferentes.

La función del “Inventario Ambiental” es caracterizar el entorno en el que se localiza el proyecto, identificando su evolución y mecanismos de interacción, así como la calidad y la fragilidad de sus elementos ambientales. Se define:

- Calidad: valor intrínseco del factor ambiental de acuerdo a criterios de conservación, representatividad, exclusividad, función ambiental y/o interés social.
- Fragilidad: capacidad que tiene un factor ambiental de verse alterado por las acciones de proyecto de una actuación determinada.

El inventario debe incluir, al menos, los factores ambientales básicos, dependiendo el grado de detalle del análisis, del tipo de medio y del tipo de proyecto. El ámbito geográfico de estudio del inventario ambiental dependerá de la fragilidad de estos factores ambientales.

El inventario ambiental se estructura en cuatro grandes grupos de factores ambientales: el medio físico, el medio biótico, el paisaje y el medio socioeconómico.

Estos apartados tratarán sobre el análisis de cada uno de los aspectos y se desarrollarán en función del tipo de proyecto y del tipo de medio en que éste último se ubica.

3.1.3.2 *Inventario ambiental. Medio físico*

3.1.3.2.1 *Estudios climatológicos*

El estudio del factor climático es básico en todo Estudio de Impacto Ambiental, pues define el marco de la evolución de los mecanismos ambientales. Además, es importante en tanto en cuanto condiciona los procesos ambientales existentes, especialmente la evolución y los ciclos de los seres vivos, así como la sucesión de los

ecosistemas, el desarrollo de las alteraciones introducidas por el proyecto y el diseño de las posibles medidas preventivas y correctoras.

El estudio del clima parte, generalmente, de la recogida de datos para las variables siguientes:

- Temperatura. (Climodiagrama)
- Precipitación. (Climodiagrama)

El conjunto del Principado de Asturias y por ende el concejo de Carreño, posee un clima marítimo de la costa oeste, lluvioso, ya que todo él recibe la influencia de los vientos dominantes del oeste que traen masas de aire húmedas, ya sean estas polares o tropicales. Pero además, el efecto barrera que ofrece la cordillera Cantábrica da a los valores del clima un fuerte gradiente entre el norte y el sur. Los centros de acción que definen el clima asturiano son el frente polar y el anticiclón de la Azores.

Asturias tiene un clima de temperaturas suaves, la media del mes más cálido no supera los 20 °C, con una amplitud térmica reducida (entre 8 y 15 °C). En verano no existen meses a aridez. Las medias de las temperaturas mínimas se dan en invierno. Existe un fuerte gradiente de norte a sur. Las temperaturas más cálidas se dan en la costa entre, Gijón y Villaviciosa, unos 19 °C. En el Concejo de Carreño, igual que en el resto del litoral del Principado de Asturias, no hay ningún mes de heladas seguras, aunque sí hay dos meses de heladas probables.

Las precipitaciones son abundantes, siempre por encima de los 800 mm. El máximo se alcanza en invierno y el mínimo en verano, aunque en la costa hay un máximo secundario en primavera. La zona menos lluviosa del Principado de Asturias, es la costa, desde Villaviciosa hasta Vegadeo; en la que se incluye el Concejo de Carreño, y se extiende hasta Oviedo. Aquí caen menos de 1 000 mm. A medida que ascendemos en las montañas el efecto barrera hace que las precipitaciones aumenten rápidamente hasta alcanzar más de 1 600 mm anuales en todo el sector montañoso del sur.

Las zonas costeras del Principado de Asturias, como el Concejo de Carreño, están sometidas a vientos constantes, que frecuentemente llegan a ser fuertes. Cuando los vientos soplan de la meseta, del sur, el efecto “foehn”, despliega toda su potencia. Son vientos ya de por sí secos, pero que se resecan aún más al dejar la humedad en la vertiente sur. Tras pasar por las cumbres de la cordillera a más de 1.800 metros de altitud comienza a descender rápidamente y a recalentarse hasta llegar al nivel del mar. Son vientos muy fuertes e inesperados. Este meteoro puede cambiar el tipo de tiempo en cuestión de horas, y pasar de un tiempo nublado y fresco (8 °C) a otro soleado, ventoso y caluroso (30 °C). Es una situación esporádica que se repite varias veces durante el invierno.

En toda la región son frecuentes las nieblas matinales en primavera, sobre todo en el fondo de los valles y la costa. En verano es normal que amanezca nublado pero que se vaya despejando a medida que se calienta el día.

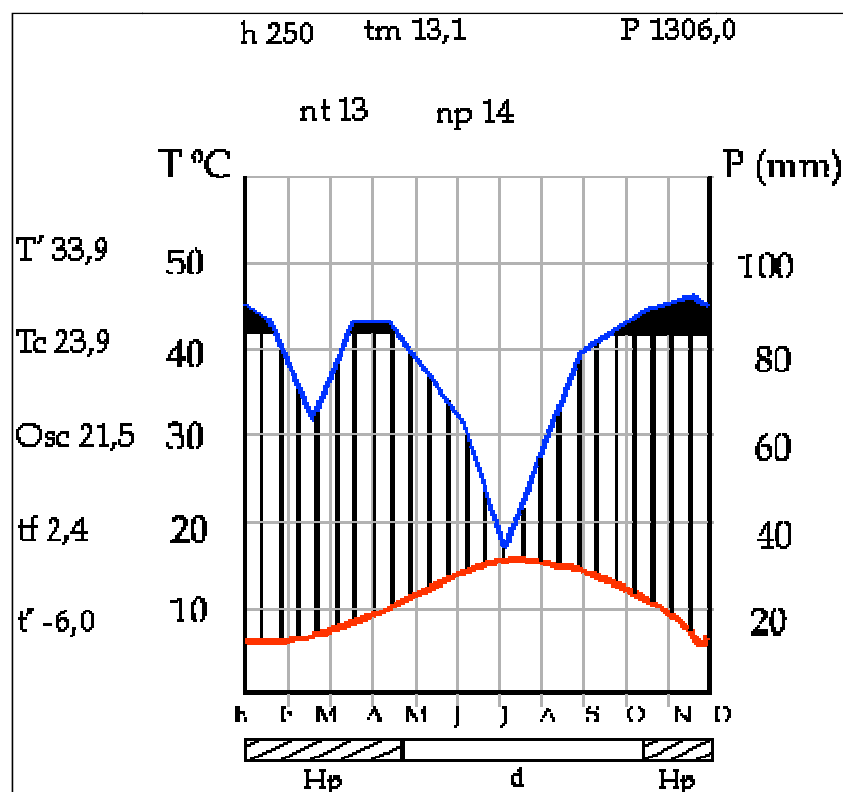


Figura 3.32: Climodiagrama de estación meteorológica cercana al concejo de Carreño

Donde

- nT = número de años observando las temperaturas.
- nP = número de años observando las precipitaciones.
- Ta = temperatura máxima absoluta.
- T' = media de las temperaturas máximas absolutas anuales.
- Tc = media de las temperaturas máximas diarias del mes más cálido.
- T = media de las temperatura máximas.
- Osc = oscilación térmica. ($Osc = Tc - tf$)
- t = media de las temperatura mínimas.
- tf = media de las temperatura mínimas diarias del mes más frío.
- t' = media de las temperaturas mínimas absolutas anuales.
- ta = temperatura mínima absoluta.
- tm = temperatura media. ($tm = T + t/2$ o $tm = T' + t'/2$)
- P = media de las precipitaciones anuales.
- h = media de las horas de sol anuales.

- Hs = heladas seguras.
- Hp = heladas probables.
- d = días libres de heladas.
- La zona negra significa que hay exceso de agua.
- La zona punteada significa que hay déficit de agua

3.1.3.2.2 *Estudios atmosféricos*

La atmósfera constituye una importante reserva de elementos necesarios para los ciclos vitales y los procesos de producción de biomasa. Además, la composición y dinámica atmosféricas determinan la distribución, transporte y dilución de contaminantes en un amplio ámbito espacial, con lo que la alteración de sus componentes es un efecto grave en sí mismo y provoca una serie de efectos indirectos sobre otros elementos del medio ambiente (afecciones sobre la salud humana, afecciones sobre la fauna y la flora, afecciones sobre el patrimonio, etc.).

El estudio de la atmósfera, por tanto, se debe llevar a cabo teniendo en cuenta la composición y dinámica de este subsistema terrestre.

El estudio del régimen de vientos (velocidad y dirección) o régimen dinámico atmosférico, forma parte de la caracterización del clima. Este estudio se lleva a cabo elaborando las llamadas “Rosas de los Vientos”. Por su parte, para determinar los componentes presentes en el aire, se pueden llevar a cabo análisis experimentales directos (tomas de muestras), con objeto de determinar las concentraciones presentes o niveles de inmisión de cada uno de los componentes atmosféricos (partículas sólidas, aerosoles, gases SO_x, NO_x, CO, compuestos complejos, mercaptanos, etc.).

El conocimiento de las pautas de movimiento de las masas de aire es importante para determinar el transporte de contaminantes y la capacidad de dilución de la atmósfera; es decir, conocer la dinámica atmosférica resulta vital para dilucidar el posible efecto o impacto de la emisión de contaminantes a la atmósfera. El impacto sobre la calidad de aire de un proyecto determinado se considera en sí mismo, y también por sus consecuencias o impactos indirectos sobre los posibles receptores.

La fragilidad de la calidad del aire está relacionada con la capacidad de dilución de los contaminantes. La calidad del factor aire se puede valorar en función de sus condiciones de salubridad y la proximidad a los valores críticos de alguna de las sustancias incluidas en la legislación vigente sobre prevención de la contaminación atmosférica.

El viento es un elemento climático poco conocido en Asturias debido al reducido número de estaciones que lo miden y a la ausencia de elaboraciones estadísticas actualizadas de los datos. En Asturias, el hecho más destacable y de más importancia en

cuanto al régimen de vientos es su marcada estacionalidad, hecho fundamental para comprender la alternancia de tipos de tiempo en la región.

Durante la estación fría, los vientos en el litoral asturiano son preferentemente del Suroeste (un 34% en Carreño y un 27% en el Aeropuerto en enero). Esta dominancia de vientos del SO responde a una situación meteorológica frecuente en esta época del año, en la que el anticiclón de las Azores se retira hacia el Sur y permite una trayectoria mucho más meridional de las borrascas atlánticas. Los vientos del SO sólo provocan precipitaciones en las zonas de montaña, ya que el efecto de ladera se muestra en las vertientes de León y en las sierras gallegas. La mayoría del territorio asturiano queda en una situación de abrigo tras la Cordillera y las precipitaciones son escasas o nulas.

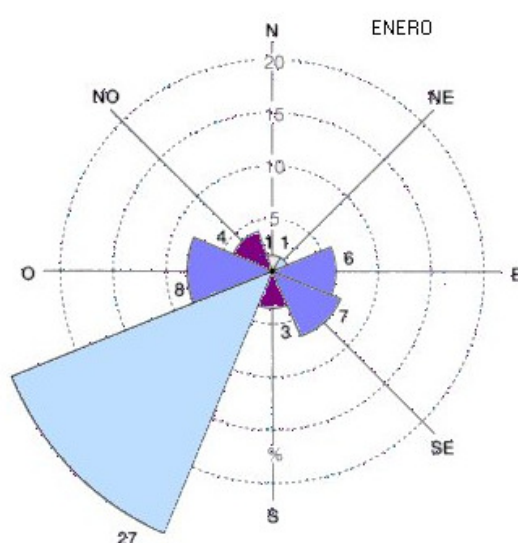


Figura 3.33: Rosa de los vientos del mes de Enero (Estación Aeropuerto de Asturias)

En el verano, la situación es muy diferente, pues el desarrollo del anticiclón de las Azores implica una trayectoria de las borrascas más septentrional, de forma que afectan moderadamente al litoral cantábrico. Dominan en estos meses los vientos del NE, fríos y secos, que traen un tiempo fresco, claro y sin lluvias.

Las precipitaciones en Asturias dependen básicamente de los vientos del Oeste y Noroeste, cuyas frecuencias se mantienen en valores intermedios durante todo el año. El efecto de ladera es más sensible ante situaciones del NO pero ambos se traducen en moderadas a abundantes precipitaciones en toda la región.

Las lluvias más violentas se desencadenan lógicamente con los vientos del Norte, muchas veces de origen polar, y que se encuentran en la barrera orográfica frontalmente a su trayectoria. Estas situaciones son frecuentes en el período estival y contribuyen muy

significativamente a las precipitaciones de esta época, la más seca del año. Si ocurren en invierno acarrear nevadas intensas en las zonas de media y alta montaña, frecuentemente tras una brusca transición climática.

Los vientos del Sur y Sudeste se presentan con poca frecuencia, especialmente en el período estival. Su existencia está ligada a depresiones al Oeste de la Península y acarrea situaciones inversas a las del Norte. Se produce, en estas ocasiones, una fuerte subsidencia del aire tras la Cordillera y en Asturias se experimenta un viento cálido y seco del Sur, en ocasiones muy violento, y cuya humedad relativa puede descender por debajo del 30%.

Cabe señalar finalmente que el régimen de vientos contribuye a moderar aún más el régimen térmico regional, ya que los vientos de componente SO y S (templados a cálidos) son más frecuentes en la estación fría y los del NE y N (templados a fríos) en la cálida.

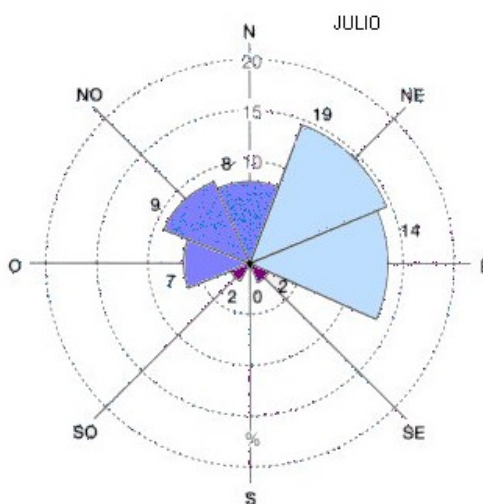


Figura 3.34: Rosa de los vientos del mes de Julio (Estación Aeropuerto de Asturias)

3.1.3.2.3 Estudios geológicos y geomorfológicos

El estudio de la geología comprende el estudio de la geomorfología (formas del terreno y paisaje), la estabilidad del terreno (probabilidad de riesgos) y la hidrogeología (sistemas acuíferos), aunque esta última suele venir asociada a los estudios del sistema hídrico.

El soporte geológico se caracteriza en función de los tipos de rocas (litología) y de su distribución y estructuras (estratigrafía, procesos de orogénesis).

Normalmente, un proyecto suele entrañar riesgos potenciales de inestabilidad geológica derivados de sus propias actuaciones (excavaciones, rellenos, cimentaciones, cargas). Estos riesgos se pueden presentar bien por la existencia de riesgos previos, bien por las dimensiones del propio proyecto. Las estructuras geológicas muy estratificadas

(p.ej: esquistosas), fracturadas (p.ej: diaclasadas) o con hoquedades (p.ej: kársticas), son ejemplos de formaciones geológicas frágiles por su inestabilidad inducida.

La alteración de la geomorfología puede afectar la estabilidad de los terrenos, a la red hídrica y, por supuesto, a la erosionabilidad del sustrato geológico. La estabilidad de los terrenos, además de por la litología y la estratigrafía, se ve muy influenciada por las condiciones climáticas de la zona donde se lleva a cabo el proyecto.

En resumen, los posibles riesgos asociados a la geología son:

- Sismicidad: El área de localización del proyecto se encuentra ubicada en una zona calificada como de grado sísmico V (zona de Sismicidad baja), por lo que la posibilidad de que se produzcan movimientos sísmicos que puedan afectar al proyecto es prácticamente nula. En la fase de construcción no será necesaria por tanto la aplicación de la norma NCSE-94 de “Construcción Sismorresistente”, pues el proyecto y el área de localización se encuentran fuera de su ámbito de aplicación.
- Inundaciones: La zona estudiada no presenta un riesgo elevado de inundaciones, ni siquiera en períodos de precipitaciones importantes.
- Erosión por arroyada: Los riesgos de erosión por arroyada están en función de las pendientes de las laderas, que en la zona de estudio son inexistentes. Además no existe riesgo debido a la presencia de suelos que puedan ser movilizados por escorrentía superficial.

De esta manera se puede afirmar de acuerdo a la información de los estudios y mapas publicados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), que este es un proyecto de peligrosidad geológica baja, no siendo necesarias valoraciones del medio geológico en mayor profundidad a través de estudios de campo.

3.1.3.2.4 Estudios hidrológicos

La función del agua dentro de los sistemas es fundamental desde el punto de vista de su participación en los ciclos de vida de los seres vivos y por su labor de distribución y transporte de recursos vitales. Los sistemas asociados a masas de agua importantes suelen ser sistemas de elevada productividad, incluyendo a los sistemas antropizados en los que la industria y la agricultura necesitan de grandes cantidades de este recurso.

La función distribuidora del agua (red hídrica superficial y subterránea), sus volúmenes (régimen de caudales superficiales y flujos subterráneos) y sus componentes (calidad del agua), así como los aprovechamientos que de este recurso se pueden

derivar, son los elementos principales susceptibles de impacto ambiental por la acción de un proyecto determinado.

La hidrología de la zona de estudio posee un clima continental con precipitaciones regulares y de intensidad media. La cuenca hidrográfica de la zona en consonancia al resto del Principado de Asturias, está conformada por materiales neógenos afectados por fallamientos NNO-SSE. Esta, está conformada por una topografía suave, (pendientes inferiores al 5%, por las características litoestratigráficas de sus materiales,(poco cohesivos e impermeables), por las direcciones predominantes de plegamientos y fallas, y por la regularidad del régimen de lluvias. La red hidrográfica se mantiene sin escorrentía en la práctica totalidad del año.

Las margas en donde se ubicará la planta de compostaje, por su potencia y carácter impermeable, no son aptas para albergar ningún acuífero, señalándose la ausencia de gravas o arenas intercaladas o de recubrimiento. En la zona, los aprovechamientos hidrogeológicos vienen ligados a los materiales cuaternarios de las ramblas y a los afloramientos calizos. No hay ningún aprovechamiento de aguas subterráneas en el entorno de la parcela elegida.

Debe destacarse que:

- Este proyecto no afecta en absoluto al régimen de caudales, ni se asienta en una zona que afecte al recorrido de ninguna escorrentía superficial ni río subterráneo.
- No existe ninguna alteración del medio debido a acciones del proyecto que pueda afectar al riesgo de inundación en zonas circundantes.
- No existe ningún acuífero de aprovechamiento humano o agrícola que pueda verse afectado por las acciones del proyecto.

3.1.3.3 Inventario ambiental. Medio biótico

3.1.3.3.1 Medio edafológico

Se entiende por suelo la capa superior del terreno, donde la roca meteorizada, combinada con los nutrientes, la materia orgánica, la humedad y los gases, favorecen el desarrollo de los procesos de la vida. El suelo es uno de los elementos más frágiles del medio ambiente, ya que de su desarrollo depende directamente la productividad vegetal e, indirectamente, todo el ecosistema terrestre asociado. Del mismo modo, la fragilidad de este factor ambiental se mide en cuanto a la dificultad de recuperación natural de su capa superior, en cuya formación confluyen procesos de naturaleza física, química y biológica.

La fragilidad del suelo, además de con su eliminación directa, está relacionada con:

- La posible contaminación producida por vertidos líquidos o sólidos de distinta procedencia, que puedan afectar a los procesos bioquímicos del suelo.
- El avance de los procesos erosivos, ya sea por el impacto sobre la geomorfología del terreno, o por el continuo laboreo.
- La compactación asociada al paso de la maquinaria o la ocupación temporal de algunas instalaciones auxiliares de obra.

La fragilidad del suelo de las inmediaciones de la planta no se verá afectada de importancia por las siguientes razones:

- Los lixiviados procedentes del proceso de degradación de la materia orgánica, tanto de los túneles de fermentación como de la nave de maduración, son gestionados a través de una red de recogida de lixiviados, por lo que se anula la posibilidad de contaminación del suelo por mor de vertidos líquidos.
- La instalación de la planta no supone un peligro al avance de procesos erosivos en las inmediaciones de la misma, debido al carácter oceánico del clima, la estabilidad del suelo, y las actividades que integran el proceso productivo de la planta.

3.1.3.3.2 Estudios de la vegetación

La vegetación, además de intervenir en los procesos de fijación de la energía solar y el carbono, constituye un elemento fundamental en la calidad del medio ambiente. La vegetación participa en diversos mecanismos ambientales, tales como: regulación de los niveles de humedad, retención de agua superficial, depuración de los cursos de agua, protección y generación de suelo, dotación de hábitats animales, productividad de biomasa y aprovechamiento de la energía.

La vegetación, durante el desarrollo de los proyectos, puede sufrir diferentes efectos ambientales negativos, tales como: la destrucción directa y el aislamiento de masas vegetales, la sustitución de especies autóctonas, los efectos de la contaminación o la alteración de otros factores ambientales relacionados íntimamente con ella.

3.1.3.3.2.1 Flora y Vegetación de la zona de estudio

La vegetación del concejo de Carreño está enmarcada dentro del tipo atlántico: bosque mixto de castaño y roble; bosques de ribera con alisos, fresnos y sauces, y en las zonas más húmedas matorrales y prados naturales. La transformación urbana e industrial ha variado la presencia de especies autóctonas, tomando las especies foráneas, un mayor protagonismo: eucalipto y pino. Asimismo se han generalizado las praderías y

prados de siega para la alimentación ganadera. El municipio Carreño conserva cierto arbolado notable en dimensiones y en conservación.

El estudio de la vegetación, enmarcado dentro del inventario ambiental recogerá datos acerca de tipos y cantidad de especies vegetales (densidad o cobertura), así como el porcentaje relativo entre los diferentes pisos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Si bien no se señala un emplazamiento para la Planta de Compostaje, a estudios del Impacto Ambiental se analiza una finca tipo del Concejo de Carreño en la que se podría asentar la Planta de Compostaje.

El área objeto de estudio se caracteriza por la elevada cantidad de plantas que lo constituyen. El asentamiento de la planta de compostaje se encuentra rodeada de pequeñas praderías utilizadas para alimento de ganado, vacuno principalmente. De esta manera, la mayor parte de las plantas son de porte herbáceo, perteneciendo la mayor parte de ellas a la familia botánica de las gramíneas. Son plantas de hojas estrechas y alargadas, de nervios paralelos, que dan aspecto de césped a algunas praderas. Entre estas gramíneas destacan por su especial cobertura el Dactilo (*Dactylis glomerata*), el Vallico (*Lolium multiflorum* y *Lolium perenne*), la Festuca (*Festuca rubra*), el Holco (*Holcus lanatus*), la Grama de olor (*Anthoxanthum odoratum*) y otras.

La otra gran familia de plantas que tiene importancia en el área de estudio es la de las leguminosas, caracterizadas por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, por lo que tienen importancia ecológica y agronómica. Esta familia incluye al trébol violeta (*Trifolium pratense*), el trébol blanco (*Trifolium repens*) y el loto (*Lotus comiculatus* y *Lotus oligosus*), entre los más frecuentes.

También son importantes las especies nitrófilas, es decir que crecen en suelos con abundantes cantidades de nitrógeno, como la ortiga (*Urtica dioica*), Atríplex, *Rumex obtusifolius* y otras.

Ver siguiente tabla resumen:

Especie Vegetal	Familia	Cobertura	Especial Protección
Dactilo	Gramíneas	Media	No
Vallico	Gramíneas	Media	No
Festuca	Gramíneas	Baja	No

Gramma de olor	Gramíneas	Baja	No
Trébol violeta	Leguminosas	Media	No
Trébol blanco	Leguminosas	Baja	No
Loto	Leguminosas	Baja	No
Ortiga	Urticáceas	Media-Baja	No
Atriplex	Chenopodiaceae	Baja	No

Tabla 3.52: Principales especies de plantas vegetales presentes en zona de estudio

Las zonas de prados se encuentran separadas unas de otras por setos o xebes, responsables en gran medida del aspecto reticular del paisaje. El seto vivo posee una manifiesta importancia ecológica, desde diversos puntos de vista:

- Protege los terrenos circundantes contra el viento que barre la superficie y proporciona refugio a una variada gama de animales, especialmente de roedores como el ratón de campo, la comadreja o el topo, permitiendo además incrementar el espectro de la fauna salvaje de la pradera.
- Además, algunas de las especies que buscan refugio en el seto, son aves insectívoras cuya función controladora de las plagas es inestimable, defendiendo así los cultivos cercanos.
- Para el ganado las xebes son un aliado muy valioso, ya que les permite resguardarse del sol y las tormentas y protegerse de algunos parásitos. El seto, por otra parte, suele ser ramoneado por el ganado, evitando de esta manera que llegue a extenderse en exceso.

Algunas lindes de fincas, presentan matorral que si bien, no representan una calidad intrínseca vegetal destacable, sirve de refugio para los nidos de algunas aves, amén de hábitat de algunos roedores.

Entre las especies arbóreas presentes en la zona, aunque no inmediatas a la parcela de la planta de compostaje, destacan especies forestales de repoblación como

son el pino y especialmente el eucalipto, acompañadas de especies autóctonas como el castaño, roble, fresno y sauce principalmente.

Se revela pues, el carácter predominantemente herbáceo de la zona sometida a estudio, y la ausencia de especies vegetales protegidas.

De otra parte, existen pequeñas huertas en un radio aproximado de un kilómetro y medio a la futura planta, dedicadas principalmente al cultivo de fabas, cereales, y tomates.

3.1.3.3.3 Estudios de la fauna

La fauna es un factor ambiental de elevada diversidad en cuanto a su relación con el medio ambiente y a su fragilidad frente a diversas actuaciones, dada su dependencia con todos los factores ambientales existentes.

La fragilidad del factor fauna está íntimamente relacionada con la destrucción y el aislamiento de las comunidades animales (efecto barrera y ocupación del terreno). Otros factores que determinan la fragilidad de la fauna son las siguientes:

- Molestias causadas en épocas de especial sensibilidad (cortejo, cría).
- Accidentes como atropellos, electrocución, retención o envenenamientos.
- Acciones durante la fase de obras.
- Acciones durante la fase de explotación (tráfico o tendidos eléctricos).
- Efectos indirectos de la contaminación.
- Alteración de las condiciones de vida de las especies.

3.1.3.3.3.1 Inventario de fauna de zona de estudio

Las especies más importantes y representativas de la fauna local son:

- Mamíferos: erizo común, rata de agua septentrional o rata blanca, rata campestre o rata negra, ratón de campo, topo, comadreja. Cabe destacar la riqueza de micromamíferos (musarañas y ratones), por su diversidad y cobertura, común por otra parte al biotipo de todo el Principado de Asturias.
- Aves: torcecuellos, papamoscas gris, lavandera blanca, mirlo común, zorzales, escribano cerillo, gorrión molinero, lechuza común. Es destacable el papel de esta última en el control de la población de roedores.
- Anfibios: salamandra común, salamandra rabilarga, rana bermeja.
- Reptiles: lución, víbora de seoane.

No existe ninguna especie encuadrada en el catálogo de especies protegidas.

3.1.4 Identificación y valoración de impactos

3.1.4.1 Fase de identificación de impactos

La identificación de impactos consiste en aplicar un sistema que permita determinar el conjunto de impactos que se ha de estudiar, para su posterior valoración desde el punto de vista ambiental. Esta fase es de gran importancia, pues los impactos que no se consideren en estos momentos no van a ser estudiados ni valorados. Esta fase es uno de los puntos críticos de todo estudio de impacto ambiental.

Existen diversos métodos para la identificación de impactos entre los que destacan las listas de control y las matrices de identificación. El método utilizado en este Estudio de Impacto Ambiental utiliza ambos, para de una parte contar con la referencia de acciones que proporciona el autor de la lista de control, y de otra comprobar los impactos mediante la matriz de identificación.

Las matrices de identificación se estructuran como una tabla rectangular de doble entrada. En las casillas de la primera columna de la izquierda aparecen enumeradas las acciones del proyecto (primeras causas de impacto) que se consideren significativas. Las acciones aparecen generalmente ordenadas en: acciones que se producen durante la fase de obras, acciones de la fase de explotación y acciones de la fase de abandono.

En las casillas de las filas figuran los elementos del medio ambiente que se verán alterados por el proyecto, ordenados por los grandes apartados de medio físico, medio biótico y medio humano.

En cada columna, que corresponde a una acción de proyecto, se marcan con una señal las casillas de los factores ambientales que sufrirán un impacto producido por esa acción de proyecto. Esta operación se repite para cada acción, completándose así toda la matriz.

Ver siguiente de matriz de impactos considerados en la construcción de la planta:

PLANTA DE COMPOSTAJE EN TÚNELES DE FERMENTACIÓN			CONSTRUCCIÓN					EXPLOTACIÓN					CLAUSURA			
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS			A1.Excavación y desbroce	A2.Compactación del suelo	A3.Movimiento de tierras	A4.Edificios de obra	A5.Vertidos de tierra y otros	A6.Edificios permanentes	A7.Recepción y almacenamiento	A8.Tráfico de vehículos	A9.Funcionamiento de la planta	A10.Producción de olores	A11.Gestión de residuos	A12.Obras de demolición	A13.Movimiento de maquinaria	A14.Vertido de materiales
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	F1.Aire														
		F2.Ruido														

La valoración de impactos puede ser cualitativa o cuantitativa. En este Estudio de Impacto Ambiental se apuesta por un sistema de valoración mixta por ser concreto y sencillo. El método de valoración utilizado, es el método de valoración cualitativa numérico del profesor Vicente Conesa y su aplicación cuenta con la ventaja de estar respaldado por el gran prestigio de su autor.

La valoración cualitativa numérica es un método sencillo, desarrollado por Vicente Conesa Fernández-Vítora y descrito en su Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa 1997), mediante el cual se consigue dar un grado numérico a la importancia de un impacto determinado. Para ello han de darse una serie de valores a los impactos cualitativos de los que hablamos anteriormente, siguiendo las indicaciones que se presentan a continuación. Algunas aclaraciones respecto a los aspectos expresados en esta tabla son las siguientes:

- Intensidad (I). Corresponde al grado de destrucción o incidencia asociado al impacto. Los diferentes valores que puede tomar son: baja (1), media (2), alta (4), muy alta (8) o total (12).
- Extensión (EX). Hace referencia al área bajo influencia del impacto. Los diferentes valores que puede tomar son: puntual (1), parcial (2), extenso (4) o total (8). Si el impacto es crítico (+4).
- Momento (MO). El Momento del impacto será inmediato cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo, será a corto plazo cuando sea inferior a un año, a medio plazo cuando el tiempo esté entre 1 y 5 años, y a largo plazo cuando sea superior a 5 años. Los valores asociados con esta caracterización de impactos son: largo plazo (1), medio plazo (2) o inmediato (4). Si el impacto es crítico (+4).
- Persistencia (PE). La Persistencia del impacto será fugaz cuando el efecto dure menos de un año, temporal si éste dura entre 1 y 10 años, y permanente si dura más de 10 años. Los valores asociados con esta caracterización de impactos son: fugaz (1), temporal (2), o permanente (4).
- Reversibilidad (RV). La Reversibilidad se refiere a la capacidad de corrección del impacto por parte del propio medio, sin necesidad de intervención humana, y responde a unos parámetros de tiempo iguales a la persistencia. En este caso hablaremos de reversible a corto plazo, medio plazo o irreversible. Los diferentes valores asociados a un impacto son: corto plazo (1), medio plazo (2) o irreversible (4).
- Sinergia (SI). Hace referencia a la regularidad de la manifestación. Un impacto puede ser: sin sinergismo (1), sinérgico (2) o muy sinérgico (4).

- Acumulativo (AC). Un Impacto es acumulativo cuando se incrementa de manera progresiva su manifestación cuando persiste el agente que lo provoca. Un impacto puede ser: simple (1) o acumulativo (4).
- Efecto. Establece el tipo de relación causa-efecto. Un impacto puede ser indirecto (4), también denominado secundario o directo (4).
- Periodicidad (PR). La Periodicidad de un impacto depende de que éste se dé de forma continua (impacto continuo), de forma cíclica en el tiempo (periódico) o de forma impredecible o aleatoria (irregular o aperiódico y discontinuo). Resultaría muy útil plantearse que, en realidad, la probabilidad de ocurrencia y la periodicidad son dos hechos bastante similares. Un impacto irregular tendrá, por lo general, una probabilidad de ocurrencia baja. Los diferentes valores asociados a los impactos según esta caracterización son: irregular o aperiódico y discontinuo (1), periódico (2), continuo (4).
- Recuperabilidad (MC). La Recuperabilidad es la posibilidad de corrección por medios humanos, y responde a los mismos plazos. Los diferentes valores que puede tomar un impacto son: recuperable de manera inmediata (1), recuperable a medio plazo (2), mitigable (4), irrecuperable (8).

La importancia del impacto viene representada por un número negativo o positivo según la naturaleza favorable o desfavorable del mismo, que se deduce mediante el modelo siguiente, en función del valor asignado a las características del impacto consideradas:

$$I = +/- [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (24)$$

Los valores que se extraen de esta fórmula pueden encontrarse entre 13 y 100.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir, compatibles. Los impactos moderados se sitúan entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Evidentemente, los impactos más destacables serán aquellos caracterizados como críticos y que sean de corrección imposible. En estos casos habrá que buscar alternativas a la localización de la actividad o plantearse medidas de extrema urgencia para su corrección o atenuación.

A continuación se procede a la valoración de cada impacto, recogido en la matriz de identificación según la caracterización expuesta anteriormente:

A1-F1.Excavación y desbroce-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto será muy somero, extensión puntual, momento impacto inmediato,

persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A1-F7.Excavación y desbroce-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativa simple, directa, no periódica y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F10.Excavación y desbroce-Bajo matorral. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F12.Excavación y desbroce-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado en frontera con impacto irrelevante.

A1-F13. Excavación y desbroce-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado en frontera con impacto irrelevante.

A1-F14. Excavación y desbroce-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible-pues el paisaje se ve afectado sin remisión, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F20. Excavación y desbroce-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-pues no es una actividad intensiva en mano de obra, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo,

sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +26, luego resulta ser un impacto moderado.

A2-F7.Compactación del suelo-suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo, simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F1.Movimiento de tierras-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto debido a la generación de polvo y tráfico de maquinaria no será muy grande y estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A3-F2. Movimiento de tierras-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto sonoro ocasionado por el movimiento de maquinaria estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F6. Movimiento de tierras-Relieve. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto ocasionado estará muy localizado y el relieve no presenta características geológicas de interés, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo, simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F7. Movimiento de tierras-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F10.Movimiento de tierras-Bajo matorral. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F12.Movimiento de tierras-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F13.Movimiento de tierras-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F14.Movimiento de tierras-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible-pues el paisaje se ve afectado sin remisión, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F16.Movimiento de tierras-Viviendas cercanas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, con sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F20.Movimiento de tierras-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-pues no es una acción intensiva en mano de obra, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F21.Movimiento de tierras-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto medio plazo, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +21, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A4-F14.Edificios de obra-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de inmediato. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A4-F21. Edificios de obra-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, con sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +26, luego resulta ser un impacto moderado aunque en la frontera con impacto irrelevante.

A5-F14. Vertidos de tierra y otros-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de inmediato. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A5-F17. Vertidos de tierra y otros-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y los vertidos de tierra temporales que tengan lugar no serán importantes, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -23, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A6-F12. Edificios permanentes-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F13. Edificios permanentes-Avifauna. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F14. Edificios permanentes-Paisaje. . Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad media-aunque el paisaje no es de gran calidad el impacto de los edificios es de intensidad media por el contraste que representan con el entorno, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A6-F18. Edificios permanentes-Infraestructuras. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-se podrá comprar compost en el edificio de almacenamiento de

compost, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F19.Edificios permanentes-Servicios. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-servicio de compra de compost en el edificio de almacenamiento, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = +28, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F21.Edificios permanentes-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad media-pues el empleo de personas en la construcción de los edificios es relativamente importante, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, con sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +30, luego resulta ser un impacto moderado.

A7-F17.Recepción y almacenamiento-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad alta-pues aunque las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta el almacenamiento de gallinaza puede causar molestias en forma de olores y es una fuente potencial de parásitos para personas y animales, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -39, luego resulta ser un impacto moderado.

A7-F19.Recepción y almacenamiento-Servicios. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad media-servicio de gestión de residuos a los criadores de gallina de la zona, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +35, luego resulta ser un impacto moderado.

A8-F1.Tráfico de vehículos-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el incremento del flujo de tráfico debido a la planta no será un factor determinante, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad corto plazo. Valor del impacto = -17, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A8-F2.Tráfico de vehículos-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-por causa de la llegada de camiones y otros vehículos pesados, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F1.Funcionamiento de la planta-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues los túneles de fermentación contarán con un sistema de ventilación conectado a biofiltro, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y recuperabilidad a medio plazo. Valor del impacto = -24, luego resulta ser un impacto irrelevante en la frontera con impacto moderado.

A9-F5.Funcionamiento de la planta-Aguas subterráneas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues no ha sido declarado ningún acuífero de aprovechamiento para el consumo, agrícola o ganadero y la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas es muy bajo en todo caso, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F19.Funcionamiento de la planta-Servicios. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad media-aumento del tejido industrial de la zona y efecto dinamizador de la economía de la zona, extensión parcial, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +45, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F20.Funcionamiento de la planta-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad media-debido a la contratación de personal para el funcionamiento de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +35, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F21.Funcionamiento de la planta-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-debido a la contratación de servicio para la distribución y comercialización del compost y otros, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +33, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F1.Producción de olores-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-debido a las operaciones de carga y descarga y propio funcionamiento de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y mitigable. Valor del impacto = -33, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F16.Producción de olores-Viviendas cercanas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y las molestias no serán muy acusadas, extensión puntual, momento impacto

inmediato, persistencia temporal, irreversible, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F17.Producción de olores-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y la posibilidad de producir molestias respiratorias por concentración de compuestos nitrogenados son remotos en este tipo de planta, extensión puntual, momento impacto a medio plazo, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, no sinérgico, acumulativo simple, indirecto, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -16, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A11-F5.Gestión de residuos-Aguas subterráneas. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues no ha sido declarado ningún acuífero de aprovechamiento para el consumo, agrícola o ganadero y la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas es muy bajo en todo caso, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A11-F7.Gestión de residuos-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-debido a la peligrosidad intrínseca de los residuos de aceite que genera la maquinaria pesada de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A11-F21.Gestión de residuos-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja,-debido a la contratación de servicios para la recogida de lixiviados y rechazos de compost, para su ulterior tratamiento por un gestor autorizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +29, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F1.Obras de demolición-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-pues toda demolición de edificios causa un gran levantamiento de polvo, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A12-F2.Obras de demolición-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad alta-pues el impacto sonoro ocasionado por la demolición de edificios es muy acusada, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin

sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de manera inmediata. Valor del impacto = -33, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F14.Obras de demolición-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-aunque el paisaje no es de gran calidad el impacto debido a los materiales de demolición será notorio sobre el mismo, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -27, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F21.Obras de demolición-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-debido a la contratación de servicios para la demolición de los edificios de la fábrica, para su ulterior tratamiento por un gestor autorizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A13-F1.Movimiento de maquinaria-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto debido a la generación de polvo y tráfico de maquinaria no será muy grande y estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A13-F2.Movimiento de maquinaria-Ruido. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues el impacto sonoro ocasionado por el movimiento de maquinaria estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado, aunque en la frontera de impacto irrelevante.

A13-F7.Movimiento de maquinaria-Suelo. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo es improductivo por radicar previamente una planta industrial, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -24, luego resulta ser un impacto irrelevante, en la frontera de impacto moderado.

A13-F21.Movimiento de maquinaria-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-debido a la contratación de servicios de maquinaria para la clausura de la planta de compostaje, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no

periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A14-F6.Vertido de materiales-Relieve. . Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues el impacto ocasionado estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -22, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A14-F14.Vertido de materiales-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad y ya se encontraba afectado previamente por la presencia de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -21, luego resulta ser un impacto irrelevante.

Ver tabla resumen página siguiente:

PLANTA DE COMPOSTAJE EN TÚNELES DE FERMENTACIÓN			CONSTRUCCIÓN					EXPLOTACIÓN					CLAUSURA					
MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS			A1.Excavación y desbroce	A2.Compactación del suelo	A3.Movimiento de tierras	A4.Edificios de obra	A5.Vertidos de tierra y otros	A6.Edificios permanentes	A7.Recepción y almacenamiento	A8.Tráfico de vehículos	A9.Funcionamiento de la planta	A10.Producción de olores	A11.Gestión de residuos	A12.Obras de demolición	A13.Movimiento de maquinaria	A14.Vertido de materiales		
			-19		-19						-17	-24	-33		-19	-19		-150
					-29						-28				-33	-25		-115
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	F1.Aire	-19		-19					-17	-24	-33		-19	-19		-150	
		F2.Ruido			-29					-28				-33	-25		-115	
		F3.Clima																

	Aguas	F4.Superficiales															
		F5.Subterráneas									-32		-32				-64
	Suelo y Tierras	F6.Relieve			-32											-22	-54
		F7.Suelo	-26	-26	-32										-24		-108
		F8.Subsuelo															
	Vegetación	F9.Arbórea															
		F10.Bajo matorral	-32		-32												-64
		F11.Alto matorral															
	Fauna	F12.Terrestre	-25		-29			-29									-83
		F13.Avifauna	-25		-29			-29									-83
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Sociales	F.14.Paisaje	-28		-28	-19	-19	-32						-27		-21	-174
		F15.Culturales															
		F16.Viviendas cercanas			-29							-26					-55
		F17.Salud y seguridad					-23		-39			-16					-78
	Económico-Empleo	F18.Infraestructuras						+32									+32
		F19.Servicios						+28	+35		+45						+108
		F20.Directo	+26		+27						+35						+88
		F21.indirecto			+21	+26		+32			+33		+29	+27	+27		+195
	IMPACTO RESULTANTE			-129	-26	-211	+7	-42	-62	-4	-45	+57	-75	-3	-52	-41	-43

Tabla 3.54: Matriz de valoración de impacto ambiental

Todos los impactos de las acciones de este proyecto se clasifican en irrelevantes o moderadas. Ninguno alcanza la categoría de severo o crítico. Un impacto crítico es incompatible con el proyecto y obligaría la mayoría de las veces a un rediseño del proyecto. Los impactos irrelevantes no precisan de adopción de medidas correctoras, y los moderados deben ser intentados corregir o mitigar mediante medidas correctoras cuando sea posible.

En proyectos con elevado número de impactos severos o críticos es necesario una labor de agregación de impactos todas las acciones sobre cada factor, y estimar después de acuerdo a una escala cualitativa elaborada por diferentes autores el deterioro sufrido por cada factor. Cuando el número de impactos severos no es elevado o no existen, como en este caso la mayoría de los autores como el profesor Vicente Conesa apuestan por implantar las medidas correctoras oportunas con tanto o más empeño,

cuanto mayor sea la valoración del impacto a evitar, sin realizar un proceso de agregación que puede aportar más confusión que soluciones en este tipo de estudios.

La valoración de impactos de este Estudio de Impacto Ambiental, pone de manifiesto que el paisaje, aire, ruido, fauna, salud y seguridad y vegetación son los factores más afectados por este proyecto. También se deduce que la mayoría de los impactos recibidos por el entorno se producirán en la fase de construcción, lo que deberá ser tenido en cuenta a la hora de desarrollar las pertinentes medidas correctoras. De otra parte los factores más afectados por causa de la explotación de la planta, son las aguas subterráneas-aunque no existe declaración oficial sobre la existencia de las mismas y la seguridad y salud de las personas que colindan con la planta. Estos dos factores serán especialmente tenidos en cuenta para desarrollar las pertinentes medidas correctoras que reduzcan o eliminen el impacto sobre estos dos factores.

3.1.5 Medidas correctoras y preventivas

3.1.5.1 Generalidades

Las medidas correctoras desarrolladas en este capítulo, han sido desarrolladas y valoradas en términos de:

- Viabilidad. Las medidas adoptadas son de aplicación práctica y se han desechado aquellas que puedan ser excesivamente teóricas.
- Eficacia. Las medidas correctoras consiguen un cierto grado de eficacia, rara vez del 100%, y este grado de eficacia aparecerá recogido en los documentos del proyecto.
- Coste. Se apuesta por medidas correctoras de probada eficacia y cuyo coste no supere el umbral del 10% del coste del presupuesto. Una gran cantidad de dinero destinado a medidas correctoras no garantiza la eficacia de las mismas.

3.1.5.2 Medidas correctoras y preventivas aplicadas

3.1.5.2.1 Medidas correctoras y preventivas sobre la atmósfera

A) En fase de construcción:

El impacto de las acciones del proyecto en fase de construcción sobre la atmósfera supondrá un incremento de los niveles acústicos, así como de la emisión de humos y gases debido al movimiento de maquinaria pesada (palas, camiones, apisonadoras, etc.). Estas emisiones contaminantes son de la misma naturaleza que las provenientes del tráfico de vehículos, analizadas en la fase de funcionamiento.

En la fase de construcción, para atenuar la emisión de polvos y materias sedimentables, los camiones deberán circular obligatoriamente con toldos. Se procederá

también al regado previo antes del movimiento de tierras y desbroce en suelos de materia inerte.

De otra parte, en orden a mitigar la emisión de gases y el nivel sonoro se vigilará de forma concienzuda el reglaje de los motores de la maquinaria empleada para minimizar el ruido y las emisiones a la atmósfera.

B) En fase de explotación

El impacto sufrido por la atmósfera en la fase de explotación se debe a dos factores. De un lado se produce un aumento del tráfico de vehículos pesados y turismos, y de otro se pueden producir emisiones de compuestos nitrogenados debido a la descomposición de la materia orgánica en cualquiera de sus fases.

Los contaminantes producidos por los vehículos de transporte se pueden dividir en:

- Contaminantes debido a combustiones incompletas: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y partículas sólidas. El monóxido de carbono se forma por la combustión incompleta del carbono cuando hay escasez de oxígeno. En los motores Diesel apenas se forma, porque funcionan con mezclas pobres, es decir, ricas en oxígeno. Los hidrocarburos sin quemar no sólo se emiten por el tubo de escape (aproximadamente un 55%); también por la ventilación del cárter (25%) y por evaporación en el depósito y carburador (20%), dependiendo las emisiones del régimen del motor. Existe también emisión de hidrocarburos parcialmente oxidados que se han transformado en aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. La emisión de partículas sólidas (humos) tiene mayor importancia en motores Diesel. Si durante la combustión existen zonas con dosado rico, puede ocurrir que, al alcanzarse elevadas temperaturas y presiones con falta de oxígeno, la cadena del hidrocarburo comience a fracturarse y deshidrogenarse y se convierta en carbono.
- Contaminantes que proceden de la combustión a altas temperaturas: óxidos de nitrógeno (por oxidación del nitrógeno del aire) conocidos con el nombre genérico de NO_x.
- Contaminantes debidos a las impurezas y aditivos que lleva el combustible: SO₂, plomo y derivados.

La única medida que se puede tomar en este sentido, al ser los vehículos ajenos a la empresa, es comprobar que todos los camiones que entren en la planta, no presenten alguna anomalía en los niveles de emisiones a la atmósfera, que pudiera ser

apreciable a simple vista, denegando la entrada al recinto. La eficacia de esta medida es muy baja (5%)

De otra parte, el aire de salida procedente de los túneles de fermentación, supone un peligro medioambiental para la atmósfera por su contenido en compuestos nitrogenados. Para evitarlo, el aire de salida de los túneles de fermentación, es enviado a un biofiltro, previo paso por un lavador y scrubber, donde es tratado antes de ser conducido a la atmósfera ya como aire limpio. De esta manera se logra además de evitar la contaminación de la atmósfera, frenar la aparición de olores en las plantas y alrededores. La eficacia de la medida correctora es casi total (95%).

C) Fase de clausura

Las medidas correctoras aplicadas al proceso de construcción son extensivas ante un eventual proceso de clausura de la planta de compostaje.

3.1.5.2.2 Medidas correctoras y preventivas sobre la gestión de lixiviados

B) Fase de explotación

Las medidas correctoras aplicadas para la gestión de lixiviados son a su vez medidas preventivas sobre el suelo, tierras y agua.

En la planta de compostaje se generan lixiviados durante la degradación de la materia orgánica en los túneles de fermentación principalmente, y en el parque de maduración en menor medida. Estos lixiviados, debido a su alta carga orgánica constituyen un peligro potencial tanto para el suelo como las aguas subterráneas. Por ello, los lixiviados generados en cada túnel son recogidos en un depósito de hormigón. El depósito estará enterrado en la galería de servicios de la planta. Los lixiviados generados en el parque de fermentación, se recogen en una balsa diseñada para tal efecto que será impermeabilizada con una lámina de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor.

La infraestructura para la gestión de lixiviados comprende:

- Depósito fabricado en hormigón, con paredes impermeabilizadas con polietileno de 100 m³ de capacidad.
- Balsa de recogida de lixiviados.
- Grupo motobomba de bombeo, que permite la recirculación de los lixiviados procedentes del depósito

Por último, en caso de llenado de depósito o balsa de recogida de lixiviados, estos deberán ser recogidos por un gestor autorizado para su ulterior tratamiento.

La eficacia de la medida correctora es completa (100%).

3.1.5.2.3 Medidas correctoras y preventivas sobre el suelo y las tierras

A) Fase de construcción

Durante la ejecución de las obras, en las operaciones de desbroce y sobre todo de movimiento de tierras, previo a labores de urbanización de la parcela y otras, se levantará cierta cantidad de suelo vegetal, con la correspondiente generación de residuos inertes (tierras, rocas, etc.). También se producirán residuos tóxicos provenientes de la maquinaria (aceites, gasóleos) y de los materiales empleados.

Las medidas correctoras encaminadas a corregir el impacto de los procesos erosivos y el de la vegetación supondrán una reposición del suelo originario, ya que se prevé la revegetación, por lo que será preciso adecuar el terreno para conseguir las condiciones necesarias que hagan posible la plantación de las especies vegetales. Esta medida se podrá llevar a cabo de forma simultánea si se prevén varias áreas de vertido, de forma que al irse agotando las mismas se van realizando las tareas de sellado y revegetación. Esto supondrá que el impacto sobre el medio físico sea reducido en el tiempo y espacio.

Las medidas a tomar serán las siguientes:

- En las zonas donde se realicen tareas de desbroce y movimientos de tierra, el suelo se desmontará y se conservará de forma separada a los estériles, en cordones que no superen los 1,5-2 metros y los 4 metros de ancho. Tanto para el almacenamiento de este suelo como de las tierras sobrantes, se habilitará una zona de almacenamiento, ubicado fuera de la zona de vertido. Para evitar procesos de arrastre se dispondrán drenajes superficiales.
- El extendido del suelo se realizará cuando se finalice la actividad. En estos momentos se extenderá el suelo, tanto del que se haya almacenado, como el procedente de otras zonas. Este extendido se hará por capas y en íntimo contacto al paso de máquinas y camiones, para así permitir el paso de las raíces y aumentar la capacidad de infiltración.
- Abonado del suelo: para que el suelo adquiera una mayor calidad se procederá al abonado coincidiendo con la época de siembra. Se aconseja que el abonado que se utilice sea de procedencia orgánica y por lo tanto de asimilación lenta y difícil solubilidad.

Se habilitarán distintos contenedores destinados a recoger los residuos y consumibles generados durante la obra de construcción. Se diferenciará entre residuos asimilables a urbanos, residuos inertes y de demolición y residuos peligrosos.

La eficacia correctora de estas medidas sobre el suelo se estima en un 30%.

En cuanto a los residuos tóxicos generados como el aceite, se tomarán las mismas medidas que se presentan para la gestión de los mismos en la fase de explotación.

La eficacia correctora de estas medidas sobre el suelo se estima en un 30%.

B) Fase de explotación

Se producirán residuos de aceite provenientes de la maquinaria pesada utilizada para el funcionamiento ordinario de la planta.

Se define los aceites usados como “todos los aceites industriales con base mineral o sintética, que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiera asignado inicialmente, y en particular, los aceites usados de motores de combustión y de los sistemas de transmisión, así como los aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y aceites hidráulicos”.

Los aceites lubricantes están formados por una base lubricante y unos aditivos que mejoran sus cualidades. Las bases lubricantes son mezclas de hidrocarburos, de peso molecular relativamente alto, y cuya composición varía en función del crudo destilado. La obtención de las cualidades que se exigen en la aplicación concreta para la que dicho aceite es fabricado se consigue a través de la aditivación. Posteriormente, y por el uso, el aceite se va contaminando con diversas sustancias (agua, partículas metálicas de desgaste de piezas, partículas de oxidación, etc), hasta perder de forma irreversible, alguna o varias de sus cualidades iniciales. Estos contaminantes afectan a la calidad del aceite, haciéndolo inservible para su uso inicial. Es por ello, que deben ser sustituidos por aceites nuevos, convirtiéndose el aceite usado en un residuo peligroso, que se conoce como aceite residual.

Una gestión incorrecta de estos aceites puede provocar problemas medioambientales, de los cuales los principales se enumeran por orden de gravedad:

- Los aceites usados vertidos en agua originan una película muy fina e impermeable que produce separación entre las fases aire-agua. Cada cinco litros de aceite usado, capacidad corriente del cárter de un automóvil, vertidos sobre un lago recubren una superficie de 5000 m² con una película oleosa que impide la oxigenación del agua y perturba seriamente el desarrollo de la vida acuática.
- La combustión sin la adopción de las oportunas medidas de depuración de los gases, origina graves problemas de contaminación en el aire porque los compuestos de cloro, azufre y plomo que contienen, producen gases tóxicos, perjudiciales para la salud humana.
- Los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente y por tanto al ser vertidos en la tierra recubren el suelo con una película impermeable que destruye el humus vegetal por falta de oxígeno y por tanto la fertilidad del suelo.

El impacto provocado por los posibles vertidos de aceites usados (ya sean accidentales o voluntarios), puede considerarse como moderado, teniendo en cuenta que la magnitud de dichos vertidos no será importante. Si no fuera así, este impacto podría considerarse como severo.

Las medidas adoptadas en la fase de funcionamiento estarán orientadas a evitar los vertidos (accidentales o voluntarios) de aceites en las instalaciones de la planta de compostaje.

En la gestión de residuos de aceite se tomarán las siguientes medidas correctivas y preventivas:

- No realizar vertidos de aceite en cualquiera de sus modalidades: alcantarillado, vertido directo o cualquier otra vía.
- No mezclarlo con otros residuos.
- No almacenar un aceite por tiempo superior de 6 meses.
- Todo aceite destinado a almacenamiento dispondrá de una ficha de registro identificativa de alta en el almacén con datos correspondientes a la fecha de alta, tipo de aceite, cantidad de aceite y fecha de baja o recogida por un gestor autorizado. Todo este tipo de documentación será registrado en soporte informático, además de las correspondientes fichas identificativas que acompañarán a cada residuo.
- Realizar un control de seguimiento de la cumplimentación adecuada de las medidas acordadas.

La eficacia de esta medida correctora es muy alta (90%).

3.1.5.2.4 Medidas correctoras y preventivas sobre la flora y la vegetación

A) Fase de construcción

El impacto sobre la flora y vegetación no será muy acusado y se limita a la fase de construcción del proyecto.

La medida correctora propuesta se centra en la repoblación de la vegetación y la creación de zonas ajardinadas, en todas las zonas no destinadas a tránsito de vehículos.

De esta manera se logra al mismo tiempo rebajar el impacto visual del proyecto integrándolo con el entorno.

Las especies más aconsejables para la revegetación son:

- Como especies de rápido crecimiento y excelentes para labores de ajardinamiento destacan: *Pinus Halapensis*, *Pinus Pinea* y *populus alba*.
- Para la vegetación de taludes y terrenos desnudos: *Retama albaida*, *Atríplex glauca*.

3.1.5.2.5 *Medidas correctoras y preventivas sobre la fauna*

A) Fase de construcción

A la hora de valorar las afecciones del proyecto sobre la fauna, se deben tener en cuenta dos tipos de impactos, los temporales y los duraderos.

Los impactos temporales son aquellos que afectan negativamente a la fauna en el periodo de duración de las obras. La valoración de este tipo de impactos son difícil de determinar con precisión, pues guarda relación directa con cuándo y cómo se desarrollen las obras, y sobre todo, con el propio desarrollo y sistemas de ejecución de las obras.

Este tipo de actuaciones se resumen en molestias a la fauna que implicarían la ausencia de la fauna de la zona de actuación, lo cual sería problemático en épocas de reproducción o en zonas de uso continuo de la fauna, como pueden ser zonas de refugio, alimentación, etc.

Las medidas correctoras encaminadas a paliar los impactos se centran en evitar posibles atropellos a los animales y el traslado de nidos u otros refugios de animales a zonas colindantes siempre que fuere posible

La eficacia de estas medidas correctoras es media (40%).

B) Fase de explotación

Los impactos duraderos son aquellos que persisten con posterioridad a la finalización de las obras. A diferencia de las anteriores, se pueden determinar con mayor seguridad y precisión. Básicamente afectan a alteraciones del hábitat, como pueden ser la pérdida de superficie útil, así como alteraciones en la zona de refugio y alimentación.

Las especies afectadas por el funcionamiento de la planta no figuran en ningún caso en la lista de especies protegidas.

El principal impacto con el que nos encontramos, es la posible incursión de la fauna sobre la planta, principalmente insectos, roedores, aves y pequeños mamíferos.

La incursión de la fauna en la planta se solucionará con la implantación de un vallado en todo el perímetro de la planta. Esta protección trae como consecuencia el que se tenga que llevar a cabo un plan de vigilancia y conservación del vallado, con el fin de subsanar los posibles deterioros del mismo.

Otro impacto sobre la fauna local, registrado en algunas plantas de compostaje, es el posible aumento en la proliferación de roedores e insectos. En su caso se propone la utilización de tratamiento químico homologado, para la estabilidad de estas poblaciones. Este tratamiento no debe suponer un perjuicio para el resto de fauna ni las personas en ningún caso.

La eficacia de estas medidas es alta (80%).

3.1.5.2.6 Medidas correctoras y preventivas sobre el paisaje o impacto visual

A) Fase de construcción

El impacto visual no será muy acusado, pues el emplazamiento de la planta es una medida preventiva en sí misma, por ser una zona con bajo valor paisajístico.

Además se tratará de integrar la planta al máximo con el entorno, mediante la revegetación y ajardinado ya expuestos en el apartado IV.5.2.3.

La eficacia de la medida es baja (15%).

3.1.6 Plan de vigilancia ambiental

Corresponde a las actuaciones conducentes a:

- Comprobación y control de la eficacia de las medidas correctoras propuestas a nivel de proyecto.
- Detección de impactos no previstos en la Evaluación de Impacto Ambiental, o modificaciones repentinas o sustanciales de los impactos ya detectados.
- Proposición de las medidas correctoras complementarias a que haya lugar.

Este plan de seguimiento y control, corresponderá ejecutarlo a la Dirección de Obra, de la fase de construcción del proyecto (obra civil, excavaciones primera fase, diques, perimetrales, vallado, red de aguas pluviales y lixiviados, red de gases, etc.). El control será diario.

Durante la fase de explotación, corresponderá a los responsables de la Planta de Compostaje el control de la instalación (control de recepción de residuos, del correcto funcionamiento de los canales de aguas pluviales y lixiviados; volúmenes de estos últimos, así como de su eliminación, etc.; del correcto funcionamiento de las instalaciones industriales; del desarrollo de las pantallas arbóreas, etc., así como el control de los trabajos posteriores al cese de la actividad). Los controles serán mensuales.

Los responsables de la Planta de Compostaje, ayudados por los técnicos de las corporaciones autonómicas o provinciales, si fuere necesario, harán un seguimiento y evaluación de los impactos producidos, comprobando si las medidas correctoras proyectadas se aplican correctamente con las variantes a que hubiera lugar.

Dedicarán especial atención a la formación de:

- Lixiviados: controlar su cantidad y calidad, así como su evacuación y almacenamiento, controlando que su almacenamiento y eliminación sea correcto. El control será diario, analizando en cada muestra: pH, DBO₅, DQO₅, metales pesados.
- Gases: control de la cantidad emitida, así como los niveles de CO₂, CH₄, O₂, SH₂ y H₂;

- La formación de las pantallas arbóreas, de su desarrollo y reposición.
- Control de la contaminación en los terrenos del entorno.
- Control de que no existen residuos tóxicos o peligrosos.
- Otras incidencias: en caso de incidencia, se realizarán controles medioambientales, de carácter extraordinario. Todos los documentos se registrarán y archivarán, y la modificación de los controles se adaptarán en todo momento a las condiciones de explotación.

3.2 Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo

3.2.1 Objeto del estudio

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la realización de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por otro lado, también servirá para disminuir las consecuencias de los accidentes cuando éstos se produzcan.

Se intentará completar todos aquellos aspectos generales que por su interés destaquen sobre los demás, incidiendo especialmente en la creación de una organización sistemática que vaya detectando en cada momento los problemas existentes y funciones para resolverlos, a la vez que se trate, por su propia confección de integrar la Prevención de Riesgos Laborales y la Salud Laboral con los programas de trabajo.

Los objetivos establecidos son los siguientes:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, insuficiencia o falta de medios, siendo necesario para ello: detectar con antelación suficiente los riesgos que se deriven de las actividades, aplicar técnicas de trabajo que eviten los posibles riesgos y prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de prevención previstas.
- Tener presente la posibilidad de que los riesgos persisten poniendo protecciones colectivas y/o personales.
- Interesar a cuantos intervienen en el desarrollo o ejecución de los trabajos, para que participen activamente en la consecución de los objetivos previstos.
- Aclarar y delimitar responsabilidades en materia de seguridad.
- Determinar los costes medios de protección y prevención.

En definitiva, el Estudio Básico servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

3.2.2 Valoración del estudio

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud podrá ser modificado y revisado por el Responsable Técnico de Prevención de la contrata, a tenor de la aparición de nuevas situaciones o cuando las condiciones reales difieran sensiblemente de las previstas.

3.2.3 Ámbito de aplicación

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud será de aplicación a todo el personal de la contrata que desarrolle los trabajos de construcción del edificio del presente proyecto, así como al personal de cualquier otra empresa que pudiera a su vez intervenir en dichos trabajos.

3.2.4 Medidas legales

Se aplicarán las siguientes normas vigentes:

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 09/03/1971, del M° de Trabajo, España y B.O.E. 16/03/1971).
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001, de 8 de junio).
- Reglamento de Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21/11/1959 y B.O.E. 09/10/1973).
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (Real Decreto 374/2001, de 6 de abril).
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos (Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre).
- Marco Legal sobre Protecciones Personales y Colectivas.
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (Real Decreto) 487/1997, de 14 de abril).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Construcción y Obras Públicas (Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en la Construcción y Obras Públicas).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Capítulo VII. Andamios (ORDEN de 31 de enero de 1940, del M° de Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

3.2.5 *Normas referentes al buen construir*

Las normas referentes al buen construir se exponen a continuación:

- Limpieza de escombros con regularidad, especialmente en las zonas de trabajo.
- Los trabajos se realizarán siempre en un ambiente seguro.
- Se utilizarán prendas adecuadas; casco, guantes, botas... aún cuando resulten incómodas.
- Se realizarán todos los trabajos con orden y sin prisas para evitar accidentes debidos a una mala organización o al hacer las tareas precipitadamente.
- No cargar más de lo admisible en camiones, grúas y maquinillos, para evitar accidentes y averías en las máquinas.
- El transporte del material dentro de la obra se hará con material perfectamente amarrado, evitando así su caída, especialmente a distinto nivel.
- Los trabajos se realizarán con buena iluminación.
- Se desechará cualquier elemento auxiliar que se sospeche o se vea claramente que está deteriorado y no es apto para su uso.
- Todas las herramientas se utilizarán según sus precisas instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante, en especial las de accionamiento eléctrico, y en ningún caso se dejarán abandonadas y conectadas a la red eléctrica cuando se han dejado de usar.

- Utilización de las máquinas herramientas, montacargas, grúas, retroexcavadora, escalera, borriquetas, etc., únicamente para su cometido específico y sólo para aquellas personas autorizadas para su empleo.
- Las conexiones eléctricas se harán siempre con las clavijas.
- Los recubrimientos de las mangueras eléctricas estarán en perfecto estado, desechándose en caso de que presenten alguna irregularidad o defecto.

3.2.6 Empleo y mantenimiento de los medios de protección

- Características de empleo y conservación de máquinas

Se cumplirá lo indicado por el Reglamento de Seguridad en las máquinas, R.D. 1495/86, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso, y a la instalación y puesta en servicio, inspecciones y revisiones periódicas, y reglas generales de seguridad.

- Características de empleo y conservación de útiles y herramientas

Tanto en el empleo como en la conservación de los útiles y herramientas, el Encargado de obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

El encargado de obra establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

3.2.7 Empleo y conservación de equipos preventivos

Se consideran dos grupos fundamentales, protecciones personales y protecciones colectivas.

3.2.7.1 Protecciones personales

Se tendrá especial atención a los equipos de protección personal. Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del ministerio de trabajo OM 17/5/74; BOE 29/5/74. En los casos que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad necesaria a las prestaciones previstas.

Toda prenda tendrá fijado un periodo de vida útil desechándose a su término. Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de

protección personal o equipo se deteriore, éstas se repondrán independientemente de la duración prevista.

3.2.7.2 Protecciones colectivas

El encargado y jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora. Se especificarán algunos datos que habrá de cumplir en esta obra, además de lo indicado en las Normas Oficiales.

Valla de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90cm de altura, estando constituidos a base de tubos metálicos dispondrá de patas para mantener la estabilidad.

Rampa de acceso a la zona excavada

La rampa de acceso se hará con caída lateral junto al muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de éste.

Pasillos de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloncillos embridados firmemente sujetos al terreno. Estos elementos también podrán ser metálicos (los tubos o perfiles para los pórticos y la cubierta de chapa) serán capaces de soportar el impacto de objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta.

Redes perimetrales

La protección del riesgo de caída a distinto nivel se hará mediante la utilización de pescante tipo horca, colocados a 4.50 m., excepto en casos especiales que por replanteo así lo requieran. El extremo inferior de la red, se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamidas de alta tenacidad con una modulación de 4.50 x 10.00m protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será de 12mm y los módulos de la red irán atados entre sí.

Se protegerán los encofrados mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

Redes verticales

Se emplearán en trabajos de fachadas relacionados con balcones y galerías. Se sujetarán a un armazón apuntalado del forjado, con embolsado en la planta inmediata inferior a aquella donde se trabaja.

Redes horizontales

Se adaptarán para proteger la posible caída de objetos en huecos de forjado.

Mallazo

Los huecos interiores se protegerán con el mallazo propio de la capa de compresión, y se cortarán una vez que se necesite el hueco. Tendrán una resistencia adaptada a la dimensión de hueco.

Barandillas

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofradora, debiendo estar condenado el acceso a las obras por el interior de las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de las personas.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad:

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

Andamios

Se ajustarán a la legislación vigente.

Plataformas de trabajo

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho, y las situadas a más de 2.00 m. del suelo, dotadas de barandillas de 90cm. de altura, listón intermedio y rodapié de 15cm..

Escaleras de mano

Deberán ir provistas de zapatos antideslizantes y cumplirán la normativa vigente.

Plataformas voladas

Tendrán la suficiente resistencia para las cargas que deban soportar, estarán convenientemente ancladas, dotadas de barandillas y rodapié en todo su perímetro exterior y no se situarán en la misma vertical en ninguna de las plantas. Tendrán una resistencia adaptada a las acciones que tengan lugar.

Plataforma de entrada y salida de materiales

Fabricada toda ella de acero, estará dimensionada tanto en cuanto a soporte de cargas con dimensiones previstas. Dispondrá de barandillas laterales y estará apuntalada por tres puntales en cada lado con tablón de reparto. Cálculo estructural según acciones a soportar.

Marquesinas de protección en la fachada

Al encofrar el primer forjado por encima de la rasante de la calle se instalará una marquesina de protección, la cual se colocará en los espacios designados para entrada de edificio.

Consistirán en un armazón y techumbre de tablón, su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por caídas de materiales.

Herramientas

Llevarán protegidas sus partes móviles con carcasas así como las zonas por las que pudieran salir lanzadas partículas que pudieran herir al operario, el cual llevará además las protecciones personales que requiera su actividad.

3.2.8 Régimen de responsabilidades

El contratista o constructor principal de la obra quedará obligado a elaborar un plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra las previsiones contenidas en este estudio.

El plan es, por ello, el documento operativo y que se aplicará de acuerdo con la normativa vigente en la ejecución de esta obra, cumpliendo con los pasos para su aprobación y con los mecanismos instituidos para su control. Las demás responsabilidades y atribuciones dimanarán de:

- Incumplimiento del derecho por el empresario.
- Incumplimiento del deber por parte de los trabajadores.
- Incumplimiento del deber por parte de los profesionales.

3.2.9 Normas para certificación de elementos de seguridad

Una vez al mes la constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubieran realizado en la obra. La valoración se hará conforme a este estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad, siendo esta valoración revisada y aprobada por la dirección facultativa, que sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará como se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta, a la hora de redactar el presupuesto del plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad e higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales no podrá realizarse. En caso de ejecutar en obra, unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y completamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En el caso de plantearse una revisión de precios, el contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, habiéndose obtenido la aprobación previa de la dirección facultativa.

3.2.10 Consulta y participación de los trabajadores

Además de cumplir la Ley de Prevención de riesgos laborales (Art. Nº 33 al 40), deberá ajustarse a lo establecido no sólo por la Ordenanza de Trabajo sino, también, cumpliendo los acuerdos establecidos como obligatorios para la Concentración Laboral fijada en el Convenio Colectivo Provincial vigente. Según la ley de Prevención de Riesgos Laborales

- Designación de los Delegados de Prevención.
- Constitución del Comité de Seguridad y Salud en centros de trabajo con 50 o
- más trabajadores.
- Nombrar a los representantes de los trabajadores.
- Designar los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.

3.2.11 Plan de seguridad y salud, condiciones generales

El contratista estará obligado a realizar un plan de seguridad y salud, adoptando este estudio a sus medidas y método de ejecución.

Se adjuntarán las normas generales de obligado cumplimiento para todo el personal de contrata del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlos y hacerlos cumplir a su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas, subcontratas por ella. La contrata deberá informar a todo su personal de estas normas y pliego de condiciones disponiendo en las oficinas de la obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar la obra, la contrata comunicará por escrito a la dirección facultativa, el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en la obra, quien tendrá en su poder una copia del plan de seguridad e higiene que se elabore.

En el plan de seguridad e higiene que se presente a la aprobación de la dirección facultativa de la obra, debe incluirse especificando un plan de emergencia, compuesto por un informe donde se especifican las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio.

Concretamente se especificarán:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cumple las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
- Teléfonos de paradas de coches próximos.
- Teléfonos del cuerpo de bomberos.
- Teléfonos de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el jefe de contrata principal realizará una investigación del mismo, y además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medios preventivos para evitar su repetición.
- Fechas tope de la realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la dirección facultativa, como muy tarde dentro del día siguiente del accidente. La dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias, no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del plan de seguridad e higiene que fuera necesario realizar se necesitará la aprobación de la dirección facultativa.

El responsable en obra de la contrata, deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en el recinto de la obra, con objeto de que mantengan analizadas las listas del personal de contrata. Las altas y bajas deberán comunicarse inmediatamente en el momento que se produzcan.

La contrata enviará a la dirección facultativa, mensualmente fotocopias de los abonados a la seguridad social y antes de comenzar el trabajo deberá, presentar:

- Alta individual en la seguridad social, documento A-2 para los que no figuren en el C2, cotizando y abonando.
- Relación nominal y mensual de cotización, en seguros sociales, documentos C2, último abono en el que figuren los nombres de los trabajadores que han de presentar servicios activos.

El jefe de la obra suministrará las normas específicas de trabajo de cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y correcto entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata, aunque sea eventual, debe pasar el reconocimiento médico obligatorio, antes de comenzar su actividad. Además todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, según la orden del 13/1/1996 B.O.E 13/3/63 y OM del 15/12/65 B.O.E 17/1/66.

En cuanto a atenciones, precauciones, cuidados y manutención de los servicios de prevención, protección e higiene, además de todo lo dicho anteriormente, se cumplirá

todo lo que especifica el pliego de condiciones de mantenimiento, cuidados y precauciones del proyecto de ejecución, en relación a todos los servicios.

3.2.12 Acciones a desarrollar en caso de accidente laboral

Se actuará dependiendo de la gravedad del accidente. Si es una herida superficial se atenderá al accidentado en el botiquín de la obra, recomendándose la asistencia posterior a un centro médico. Si el accidente reviste gravedad y el herido puede trasladarse por su propio pie, éste será acompañado al centro de salud más cercano. En caso de que el accidentado esté grave se requerirá el servicio de una ambulancia y será trasladado a urgencias.

En caso de accidente este será comunicado a la delegación del ministerio de trabajo y seguridad social.

3.2.13 Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, que será, o un técnico del Servicio Técnico de Seguridad y Salud, o un monitor de seguridad o socorrista. En todo caso será una persona debidamente preparada en éstas materias. El Vigilante de Seguridad tendrá a su cargo los cometidos que siguen:

- Promover el interés y cooperación de los operarios en orden a la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Comunicar por orden jerárquico, o en su caso directamente al empresario, las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquier puesto de trabajo, y proponer las medidas que, a su juicio, deban adoptarse.
- Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas y procesos laborales en la empresa, y comunicar al empresario la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores, con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.
- Prestar, como cualquier monitor de seguridad o socorrista, los primeros auxilios en los accidentes, y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pueda requerir.

Las funciones del Vigilante de Seguridad serán compatibles con las que normalmente presta en la empresa.

Se constituirá el Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo cuando el contratista incumpliese en cualquier momento las condiciones que pide el Decreto 432/71, de 11 de Marzo (Trabajo), que regula la constitución, composición y funciones de los Comités de

Seguridad y Salud en el Trabajo, o bien porque lo disponga el Convenio Colectivo Provincial.

3.2.14 Servicios médicos

A efectos de aplicación de este Estudio de Seguridad se considera de necesario cumplimiento el Decreto 1036/1959, donde se establecen las características de los Servicios Médicos de la Empresa y las competencias y responsabilidades de los mismos.

Las misiones del Médico de Empresa donde presten sus servicios son:

A) Higiene en el trabajo.

- Estudio de vigilancia de las condiciones ambientales.
- Análisis y clasificación de los puestos de trabajo.
- Valoración de las condiciones higiénicas y prevención de riesgos en procesos industriales.

B) Higiene de los trabajadores.

- Reconocimientos previos al ingreso.
- Reconocimientos periódicos para vigilar la salud de los trabajadores.
- Diagnóstico precoz de alteraciones causadas o no en el trabajo.

C) Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Diagnóstico de las enfermedades profesionales.
- Preparación de obreros seleccionados como socorristas, etc.

D) Otras misiones varias de asesoramiento y colaboración.

3.2.15 Instalaciones médicas

3.2.15.1 Botiquín

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

El contenido mínimo del botiquín será:

Agua oxigenada.

- Alcohol de 90°.
- Tintura de yodo.
- Mercurio cromo.
- Amoniaco.
- Gasa estéril.
- Vendas.
- Pinzas y tijeras.
- Esparadrapo.

- Jeringuillas desechables.
- Antiespasmódicos.
- Bolsas de agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Termómetro clínico.

3.2.15.2 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

Las instalaciones provisionales de la obra se adaptarán, en lo relativo a elementos, dimensiones y características, a lo especificado en los artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene y 335, 336 y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Se organizará la recogida y retirada de desperdicios y la basura que el personal de la obra genere en sus instalaciones.

Se preverá la realización de las siguientes instalaciones:

- Abastecimiento de agua potable y distribución de los distintos compartimentos con garantías higiénicas.
- Cuartos vestuarios para uso personal de los trabajadores, con altura mínima de 2.30m y superficie de 2 m² por cada trabajador que los utilice estarán provistos de asientos y armarios individuales con cerradura de llave. En la zona de servicios de aseo se dispondrán lavabos de agua corriente, provistos de jabón, espejos y toallas, duchas aisladas en compartimentos individuales, existirán dos cabinas individuales con inodoro en compartimentos cerrados de 1.00 x 1.20 m² de superficie, de 2.30m de altura, debidamente ventilados y desinfectados.
- Se habilitará un barracón destinado a comedor.
- Se precisa un recipiente con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que genera durante las comidas el personal de la obra.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar estos trabajos con otros propios de la obra.

3.2.16 Características de la obra

3.2.16.1 Descripción de la obra y situación

Se proyecta una planta de compostaje en el Concejo de Carreño, para la valorización de la fracción orgánica de los residuos de gallinaza, que están alcanzando una cuota muy importante en el Concejo de Carreño (alrededor del 25% de la producción de toda Asturias). De esta manera, se convierte un residuo contaminante como la

gallinaza en un producto, el compost, apreciado fertilizante orgánico natural de importante valor comercial.

Las actuaciones más destacadas que supone la ejecución de este proyecto son las siguientes:

- Desbroce y movimiento de tierras, como labores preliminares de adecuación de la finca.
- Construcción de 5 túneles de fermentación, incluyendo la correspondiente infraestructura de gestión de lixiviados y de gases y olores provenientes de los mismos. Esto incluye el depósito de lixiviados, la balsa de lixiviados y la construcción del biofiltro.
- Construcción de la nave de mezcla, nave de maduración, nave de almacenamiento y edificio corporativo.

3.2.16.2 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto que se propone en el Proyecto es de Seis meses.

3.2.16.3 Evaluación de riesgos

Caídas a distinto nivel

Se pueden producir por trabajos en altura, en andamios, utilización de escaleras manuales, desplazamientos por carcasas, conductos, etc.

Caídas al mismo nivel

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas:

- Causas de trabajo o tránsito.
- Presencia de materiales sueltos y desordenados.
- Presencia de manchas de grasa y/o aceite en las zonas de trabajo o tránsito.
- Falta de orden y limpieza en el tajo.

Caídas de objetos por trabajo en cota superior

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En las maniobras de izado o arriado.
- En movimientos de materiales o desprendimiento de cargas.
- Caída de objetos y/o herramientas utilizados en el propio trabajo o como consecuencia de posibles trabajos en una cota superior por parte de otras empresas.

Golpes con o contra objetos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Trabajo en espacios reducidos.
- Presencia de materiales desordenados.
- Utilización de herramientas.
- Presencia de cargas suspendidas.

Atrapamiento

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En manipulación de materiales y cargas
- Utilización de herramientas.
- Almacenamiento de los materiales.

Proyecciones de partículas

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En trabajos de soldadura y corte
- En trabajos con arranque de viruta o esmerilado
- En limpieza de materiales.

Contactos térmicos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Contacto con materiales a elevada temperatura
- Trabajo con operaciones de desguace y corte con soplete.
- Trabajos con soldaduras.

Contactos eléctricos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Falta de aislamiento en los cables que alimentan los transformadores de soldadura,
- Contactos con máquinas eléctricas y cuadros de distribución incorrectamente protegidos
- Contacto con las pinzas y masas desoldar,
- Contacto con los interruptores y pinzas porta-electrodos.
- Mal aislamiento de las herramientas portátiles eléctricas y/o de los cables de alimentación de las mismas.

Incendios

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Ocasionados por producción de chispas en los trabajos de soldadura.
- Ocasionados por partículas de material fundido producidas en los trabajos con soplete.

Radiaciones

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Radiaciones no ionizantes (RNI) o ultravioletas, producidas en los trabajos de soldadura y corte con soplete
- Radiaciones ionizantes o rayos gamma, ocasionados en los trabajos de inspección de soldaduras.

3.2.16.4 Medidas preventivas

Caídas a distinto nivel

En todos los trabajos situados a más de 2 metros de altura es obligatorio el uso de cinturón de seguridad con arnés y amarrado a un punto fijo.

Los andamios tubulares de módulos cumplirán la norma UNE 72-506-90 y en las plataformas de trabajo se cumplirán los siguientes apartados:

- Llevará barandilla en todo el piso, ésta estará completa y tendrá una altura mínima de 90 centímetros con rodapié de 30 centímetros de altura como mínimo.
- El piso estará formado como mínimo por tres tablones de unas medidas mínimas de 20 x 5 centímetros. Estos tablones se dispondrán de forma tal, que no puedan moverse o bascular, ni realizar cualquier movimiento peligroso, además de no poder montarse uno sobre otro.
- La separación máxima entre puntos de apoyo será de 2 metros.
- El acceso a la plataforma se efectuará por escalera y ésta estará fijada al andamio.
- El piso y acceso a las mismas serán antideslizantes, al igual que el calzado a utilizar.
- El responsable del trabajo inspeccionará los andamios y plataformas antes de su utilización.

De otra parte, las escaleras manuales serán de una sola pieza y no superarán los 7 metros de longitud, los largueros serán de una sola pieza y estarán en perfecto estado así como los peldaños o escalones. Todas las escaleras llevarán sus zapatas

antideslizantes y se amarrarán fijas a un punto, formando un ángulo de 30 ° con la vertical.

Las escaleras verticales estarán provistas de barandillas y aros quitamiedos. No se utilizarán metálicas, cuando puedan llegar a formar parte de un circuito eléctrico.

Para el desplazamiento por cotas superiores a 2 metros, tales como carcasas, conductos y vigas, es obligatorio el uso del cinturón de seguridad y un cable fiador por donde se deslizará la anilla del elemento de amarre. El cable fiador estará perfectamente tensado y tendrá suficiente resistencia, así como los elementos de sujeción o pies. La longitud del elemento de amarre o cinturón no será superior a 1,20 metros.

En los desplazamientos de radios pequeños, se puede utilizar dispositivos antiácidos deslizantes o retráctiles, bien amarrados a un punto fijo, siempre y cuando no sea posible el golpe por balanceo.

Caídas al mismo nivel

La limpieza y el orden son obligatorios para todo el personal, y tiene la consideración de medida de protección colectiva.

Se deben eliminar los desperdicios, materiales sobrantes y de desecho que se produzcan, depositándolos en recipientes adecuados y de forma periódica, de manera que la zona de trabajo se encuentre siempre en buenas condiciones de orden y limpieza.

Se debe mantener las zonas de trabajo y de tránsito, libres de materiales resbaladizos (grasas, aceites, etc.) además de mantener todo el material, herramientas y equipos, almacenado y colocado de forma estable y segura para evitar que rueden o caigan.

Se debe mantener libre el acceso a todas las zonas de trabajo y de emergencia.

Caídas de objetos por trabajo en cota superior

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Las zonas de influencia bajo cargas suspendidas se acotarán y señalizarán para advertir de la situación y si fuera necesario se colocará un vigía.
- Se asegurará la estabilidad de las piezas, y antes de soltar el elemento de aprensión hay que asegurarse de la imposibilidad de caída de la pieza o elemento.
- Los elementos que se estén manipulando, se fijarán para impedir su caída y las herramientas se guardarán en las cajas previstas para ello, y cuando no fuere así, se amarrarán a un punto fijo.
- Si otras empresas están trabajando en cotas superiores, se coordinarán estos trabajos y la empresa que trabaje encima de otra, tiene que tomar las medidas necesarias para impedir que sus útiles, herramientas, materiales o personas

puedan caer. Hasta que esto no esté garantizado, no se trabajará en la cota inferior.

Caídas a distinto nivel

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

Todos los materiales a montar, se almacenarán en el sitio destinado a ello, de forma ordenada y suficientemente estable. No se dejarán elementos o materiales que pudieran interferir en los accesos o zonas de trabajo.

En cada fase de trabajo se utilizarán las herramientas adecuadas al trabajo que se esté ejecutando, y una vez utilizadas, se guardarán en sus arcones o cajas.

En los pasillos y zonas de trabajo no se mantendrán cargas suspendidas, y en caso de hacerlo, se señalizarán y se dispondrá de un vigía para advertir la situación.

Atrapamiento

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- No se empuñarán los elementos de amarre (eslingas, estrobos, cables, etc.) mientras tengan la mínima tensión y no se cogerán las cargas por debajo de la mano.
- No se introducirán los pies debajo de las cargas al izar o arriar.
- Antes de introducir las cuñas y/o apoyos debajo de las cargas ligeramente suspendidas, será preciso asegurarse de que el cable no se encuentra retorcido, ya que podría descender bruscamente la carga.
- Los materiales, se almacenarán de forma que esté asegurada su estabilidad, con separadores adecuados y seguros, para facilitar posteriores operaciones.
- Los operarios que utilicen herramientas manuales y/o eléctricas, se adiestrarán antes en el manejo de las mismas, y éstas serán las adecuadas al trabajo que se esté efectuando.

Proyecciones de partículas

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Para las operaciones de soldadura y corte con soplete, es obligatorio el uso de pantalla o gafas con cristales inactivos. Esta obligación también se extiende a los ayudantes.
- En las operaciones de esmerilado, limpieza de soldaduras y corte con radial, es obligatorio el uso de gafas o pantalla protectora contra impactos.
- En las operaciones que exista riesgo de salpicaduras, viruta o polvo en suspensión se utilizarán gafas panorámicas.

Caídas a distinto nivel

Para los operarios que realicen soldaduras y/o utilicen el soplete, es obligatorio el uso de guantes de cuero. Las piezas que se hallen a elevada temperatura por ser recientes las soldaduras y/o el corte de soplete, y a su vez, sean accesibles al personal, se señalizarán advirtiendo del peligro.

Contactos eléctricos

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Todos los cuadros eléctricos de la obra, grupos de soldadura y maquinaria en general tendrán puesta a tierra de las masas, y dispositivo de corte por intensidad de defecto, para provocar el accionamiento del dispositivo de corte automático y en consecuencia, la desconexión de la instalación defectuosa.
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de llave para su cierre, de forma que sólo pueda manipular en ellos la persona autorizada, y además, llevarán relés diferenciales de sensibilidad no superior a 30 mA.
- Las mangueras de alimentación de cuadros, transformadores de soldadura y máquina en general, estarán perfectamente aisladas, bien fijadas a los equipos o cuadros, y tendidas de forma que no puedan ser pisadas por las máquinas y/o personas.
- Los cables de las pinzas y masas de los equipos de soldadura, se llevarán tendidos ordenadamente, y su aislamiento será correcto.
- Las piezas porta-electrodos, bornes y contactores o interruptores, estarán en buen estado, y su aislamiento en buenas condiciones.
- Las herramientas manuales eléctricas serán de doble aislamiento.

Incendios

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Las zonas de trabajo se hallarán libres de grasas, aceites, papeles o elementos fácilmente inflamables.
- En los trabajos de soldadura que se producen chispas y de corte con soplete que desprende partículas incandescentes y/o material fundido, es obligatorio recoger éstas en el origen mediante mantas ignífugas o elementos apropiados.
- En los trabajos con riesgo de incendio, se dispondrá de dos extintores y un vigía adiestrando en el manejo de los mismos.
- Las botellas de gases utilizadas en los sopletes, se mantendrán en los carros previstos para ello, de forma que siempre se hallen en posición vertical, y se protegerán de la caída de chispas o material fundido sobre ellas, sus accesorios y mangueras.

Radiaciones

Es obligatorio el uso de pantalla o gafas con cristales inactivos, tanto para el propio operario como para el ayudante o persona próxima a fin de evitar las radiaciones no ionizantes.

En cuanto a las radiaciones ionizantes o rayos gamma, producidas en los trabajos de inspección de soldaduras o materiales. Se tomarán las medidas preventivas que tiene previstas en estos casos la empresa encargada.

3.2.16.5 Unidades constructivas que componen la obra

Se desglosan las siguientes unidades constructivas:

- Saneamiento
- Albañilería
- Pavimentos y alicatados
- Carpintería interior
- Fontanería y aparatos sanitarios
- Electricidad
- Falso techo y pintura
- Ventilación
- Vidriería
- Instalaciones especiales
- Fachadas

3.2.17 Riesgos y prevención de nuestras unidades constructivas

3.2.17.1 Saneamiento

a) Descripción de la obra.

Suministro e instalación de tubería de PVC suspendida sobre forjado.

Ídem para la recogida de aguas residuales de sanitarios.

b) Riesgos más frecuentes.

Caídas en el mismo nivel.

Heridas con herramientas manuales de corte.

c) Medidas preventivas de seguridad.

Limpieza y orden en el puesto de trabajo.

d) Protecciones colectivas.

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) Protecciones individuales.

Casco de seguridad homologado.

Guantes de loneta ó cuero.

Cinturón de protección lumbar.
Mono de trabajo.
Calzado de seguridad antidesliza

3.2.17.2 Albañilería

Cerramientos de fachada y cargaderos.
Tabiquería interior y recibida de carpinterías.
Enfoscados y guarnecidos.
Ayudas a las instalaciones.

a) Descripción de la obra.

Fábricas de bloque de hormigón en cerramiento de fachada y de fábrica de ladrillo en distribuciones interiores.
Revestimientos de acabado con mortero de cemento y arena ordinario.
Apertura de rozas, recibido de canalizaciones, cajas, anclajes, etc.

b) Riesgos más frecuentes.

Caídas del personal al mismo nivel.
Caídas de materiales.
Golpes, cortes, atrapamientos y sobreesfuerzos.
Proyección de partículas al corte de ladrillos.
Salpicaduras de morteros y otras mezclas al trabajar a la altura de los ojos.
Caídas desde andamios.

c) Medidas preventivos de seguridad.

Uso de gafas apropiadas contra salpicaduras y proyección de partículas.
Nunca trabajar en solitario.
Mantener un adecuado orden y limpieza en el tajo.

d) Protecciones colectivas.

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) Protecciones individuales.

Casco de seguridad homologado
Cinturones de seguridad y de protección lumbar.
Guantes de goma ó caucho.
Mono de trabajo.
Calzado de seguridad clase III.

3.2.17.3 Pavimentos y alicatados

Alicatado de azulejo.
Pavimento de gres y zócalos.

a) *Descripción de la obra.*

Solado con loseta de gres y alicatado con plaqueta cerámica recibidos con mortero de cemento-cola.

b) *Riesgos más frecuentes:*

Caídas al mismo nivel.

Cortes en las manos.

Inhalación de polvo en el corte de piezas.

Golpes en manos y pies.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Limpieza y orden en la zona de trabajo.

Delimitación del área de trabajo para evitar el acceso indiscriminado de personas ajenas.

d) *Protecciones colectivas.*

Empleo de borriquetas o andamios fijos que cumplan la normativa al respecto.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Guantes de goma.

Mono de trabajo.

Calzado antideslizante.

Gafas protectoras.

Mascarillas.

3.2.17.4 *Carpintería interior*

Puertas de paso.

Encimera.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro y colocación de puertas de paso interiores.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Golpes en manos y pies.

Cortes en las manos con herramientas.

Caídas al mismo nivel

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Andamios fijos y móviles cumpliendo normativas.

Delimitación de la zona de trabajo.

Limpieza y orden en el área de trabajo.

d) *Protecciones colectivas.*

Las señaladas en el párrafo anterior.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Gafas de protección.

Guantes de cuero y goma.

Botas de seguridad con puntera reforzada.

Mono de trabajo.

Cinturón de protección lumbar.

3.2.17.5 Fontanería y aparatos sanitarios

Instalación de agua fría y caliente.

Colocación de aparatos sanitarios.

Termo acumulador eléctrico.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro e instalación de canalizaciones de agua fría y caliente sanitaria.

Colocación de aparatos sanitarios y griferías. Producción de ACS.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Golpes contra objetos.

Electrocución por contacto.

Heridas en manos y brazos.

Quemaduras por llama.

Golpes y aplastamientos de pies y manos.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Doble aislamiento en las máquinas herramientas.

No usar canalizaciones de acero como tomas de tierra.

Revisar válvulas, mangueras y sopletes de soldadura.

Alejar las botellas de gas de todas las fuentes de calor.

Evitar golpes y cortes con herramientas manuales.

d) *Protecciones colectivas.*

Limpieza y orden en el área de trabajo.

Señalización y delimitación del área de trabajo.

Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante de seguridad homologado.

Mono de trabajo.

Gafas de protección.
Guantes de lona, cuero ó goma.
Mandil de cuero, polainas y careta para soldadura.
Botas de seguridad con puntera protegida.

3.2.17.6 *Electricidad*

Instalación de electricidad y alumbrado.
Instalación especial de telefonía y emergencia.
Colocación de mecanismos eléctricos.
Colocación de luminarias.

a) *Descripción de la obra e instalación general de electricidad y alumbrado, incluyendo cuadros de mando y protección, líneas de alimentación mecanismos y luminarias.*

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas de personal al mismo nivel.
Cortes en las manos.
Electrocuciones y quemaduras por contacto eléctrico.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las conexiones se harán siempre sin tensión en la línea.
Las pruebas con tensión se harán siempre al finalizar la tarea.
Las herramientas manuales se revisarán sus aislamientos.

d) *Protecciones colectivas.*

La zona de trabajo estará siempre limpia, ordenada e iluminada.
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes y siempre aislante.
Humedad relativa del aire superior 70% se potenciarán las medidas.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante homologado.
Guantes aislantes homologados.
Cinturón de seguridad.
Mono de trabajo.
Calzado aislante con suela reformada.

3.2.17.7 *Falso techo y pintura*

Colocación de falso techo modular.
Pintura de paramentos y esmalte de carpinterías.

a) *Descripción de los trabajos.*

Suministro e instalación de falso techo con placas y perfilaría ligera.

Pintura de paramentos verticales.

Pintura de carpinterías.

b) *Riesgos más frecuentes*

Caídas al mismo nivel.

Intoxicación por emanaciones.

Salpicaduras en cara y ojos.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Ventilación suficiente.

Iluminación adecuada.

d) *Protecciones individuales.*

Gafas protectoras.

Casco homologado.

Mascarilla.

Mono de trabajo.

Guantes de goma.

3.2.17.8 Ventilación

Instalación de conductos de aire.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro de conductos de ventilación.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Los de las instalaciones de fontanería y electricidad.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

d) *Protecciones colectivas.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

e) *Protecciones individuales.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

3.2.17.9 Vidriería

Acristalamiento de fachadas.

a) *Descripción de los trabajos.*

Colocación de acristalamiento en carpinterías exteriores.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas al mismo nivel.

Cortes por rotura o caída de vidrios.

Sobreesfuerzos.

c) *Medidas preventivas de seguridad. Escaleras y andamios fijos.*

Acristalamiento desde el interior de la obra.

Marcar vidrios en almacenamiento y transporte en posición vertical.

Manipulación con ventosas.

Acotar el área de trabajo.

d) *Protecciones colectivas.*

Barandillas y rodapiés en andamios fijos.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Guantes de cuero.

Botas con puntera reforzada.

Uso de muñequeras o manguitos de cuero.

Mono de trabajo.

Cinturón de protección lumbar.

3.2.17.10 *Instalaciones especiales*

Colocación de extintores.

a) *Descripción de la obra.*

Colocación de extintores de incendios.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas de personal al mismo nivel.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las pruebas con tensión se harán siempre al finalizar la tarea o trabajo.

Las herramientas manuales se revisarán periódicamente aislamientos.

d) *Protecciones colectivas.*

La zona de trabajo estará siempre limpia, ordenada e iluminada.

Las escaleras portátiles tendrán los calzos de goma.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante homologado.

Guantes aislantes homologados.

Cinturón de seguridad.

Mono de trabajo.

Calzado aislante con suela reforzada.

3.2.17.11 *Fachadas*

Bloque de hormigón visto

Carpintería de PVC.

Rótulo.

a) *Descripción de la obra.*

Fachada de bloque de hormigón visto.

Carpintería de PVC.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas del personal al mismo nivel.

Caídas de materiales.

Golpes, cortes, atrapamientos y sobreesfuerzos.

Proyección de partículas en el corte de ladrillos.

Salpicaduras de morteros y otras mezclas al trabajar a la altura de los ojos.

Caídas desde andamios.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Uso de gafas apropiadas contra salpicaduras y proyección de partículas.

Nunca trabajar en solitario.

Mantener un adecuado orden y limpieza en el tajo.

Las conexiones se harán siempre sin tensión en la línea.

Las pruebas con tensión se harán siempre una vez finalizada la tarea.

d) *Protecciones colectivas.*

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Cinturones de seguridad y de protección lumbar.

Guantes de goma o caucho.

Mono de trabajo.

Calzado de seguridad clase III.

3.2.18 Formación e información

3.2.18.1 Antes de la incorporación al puesto de trabajo

Según ley, se formará al personal que participa en los trabajos sobre la destreza y habilidades en la ejecución de los mismos, las medidas de seguridad a tomar en cada operación, así como de los elementos de protección colectiva e individual a utilizar en todas las fases.

Esta formación se llevará a cabo mediante cursos y/o charlas de seguridad y con la entrega de manuales o documentación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear y la obligatoriedad de su cumplimiento.

Por último, antes de comenzar el trabajo deberá comprobarse que cada operario conoce perfectamente el uso de las herramientas, útiles y la maquinaria que se les facilite, y que las maneja sin peligro para sí mismo ni para terceras personas. En otro caso deben facilitarse las normas y enseñanzas necesarias que garanticen dicho fin.

3.2.18.2 Durante el periodo de trabajo

Se mantendrán reuniones por grupos con la periodicidad que indique el Jefe de Obra, donde participará éste y/o el Jefe de Equipo, el Responsable de Seguridad y los trabajadores que forman cada grupo, haciendo participar a estos, y aprovechar así su experiencia y conocimientos sobre el puesto de trabajo.

Antes de finalizar la reunión, se mantendrá un coloquio y se llegará a un acuerdo consensuado sobre la idoneidad de las medidas preventivas a tomar.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

3.2.18.3 Actitudes

Los Mandos Intermedios velarán por el cumplimiento del Plan, tomando las medidas disciplinarias que fueran menester en consonancia con lo dispuesto por la ley 31/1995 del 8 de Noviembre, artículo 29, apartado 3.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos, tendrá la consideración laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

3.2.18.4 Medicina preventiva y primeros auxilios

a) Botiquines

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Mensualmente se pasará revista, reponiendo las faltas existentes, misión de la que se responsabilizará el Jefe de Obra.

b) Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

c) Reconocimiento Médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

3.3 Efectos del compost sobre el suelo y las plantas

3.3.1 Efectos sobre las propiedades del suelo

El compost procedente de residuos orgánicos está considerado como enmienda orgánica, la cual incrementará sobre el suelo donde se apliquen contenido total de materia orgánica.

Dentro de lo que se consideran materia orgánica en el suelo, se encuentran dos grupos, las sustancias no húmicas y las húmicas. Dentro del primer grupo aparece compuestos de diferente naturaleza como son los hidratos de carbono, proteínas, grasas, alcoholes, celulosas, ligninas, resinas, etc. En definitiva, una serie de compuestos químicamente bien definidos. Dentro de este grupo se incluirían también los organismos vivos.

El segundo grupo está formado por las sustancias húmicas, como son los ácidos fúlvicos, húmicos y huminas, las cuales proceden de la oxidación lenta de la materia orgánica. Estas sustancias son las principales responsables de los efectos beneficiosos de la materia orgánica en el suelo.

Mediante el compostaje se transforma la materia orgánica inicial mediante un proceso de humificación. Una vez alcanzado el grado de madurez, el producto final contiene materia orgánica con una relación entre sustancias húmicas y materia orgánica total adecuada para su disposición en el suelo. Esta materia orgánica aportada al suelo está en un continuo estado de evolución, semejante al sufrido en el proceso de compostaje, aunque más lento. En este sentido parte de la materia orgánica se mineraliza por la actividad microbiana, dando lugar a diferentes compuestos inorgánicos (sulfatos, fosfatos, amonio, nitratos, dióxido de carbono etc.), los cuales pueden ser utilizados por la planta. La fracción no mineralizada puede transformarse dando sustancias húmicas.

En definitiva los aportes de materia orgánica al suelo mediante aplicación de compost dan lugar a un incremento en la actividad biológica del mismo (índice de fertilidad), proporcionando una serie de elementos minerales asimilables por la planta, así como compuestos húmicos que mejoran las características del medio.

El continuo estado de evolución de los compuestos carbonosos presentes en el suelo, exige de unos aportes sucesivos para obtener un equilibrio entre las entradas y

salidas de materia orgánica. Las entradas dependerán principalmente de los aportes, del tipo de material orgánico aplicado y de la fracción que va a humificarse, mientras que las salidas dependerán del tipo de suelo, la erosión, la climatología y de las técnicas de cultivo empleadas. En función de esto se puede considerar que el incremento de la concentración de materia orgánica en un suelo por la aplicación de compost dependerá de los siguientes factores:

- La cantidad o dosis aplicada.
- Forma y frecuencia de aplicación.
- Técnicas de laboreo realizadas.
- Zona de aplicación.

En definitiva los aportes al suelo de estas enmiendas orgánicas suponen un incremento del carbono orgánico, principalmente en los horizontes superficiales, lo cual da lugar a un aumento de la fertilidad que permitirá el desarrollo de la biomasa vegetal.

3.3.1.1 Efectos sobre las propiedades físicas

3.3.1.1.1 Estabilidad estructural

La conservación de la estructura del suelo se debe entre otros a la naturaleza coloidal de las arcillas y humus, así como a las uniones dadas por cationes polivalentes como Ca, Mg, Fe y Al. Los grupos hidrófobos e hidrófilos de las sustancias húmicas reaccionan rápidamente con los cationes polivalentes, dando lugar a puentes catiónicos con superficies polianiónicas como las que presentan las arcillas. Todo esto da lugar a complejos muy estables.

Estas nuevas estructuras dispondrán hacia el exterior los grupos hidrófobos de las sustancias húmicas, incrementando la tensión superficial de la interfase sólido-líquido, manifestándose a la vez una oclusión de los microporos sensibles a la entrada de agua. Todo esto reduce la mojabilidad del material y por lo tanto su disgregación al humedecerse.

Atendiendo a esto, la materia orgánica se comportará como un activante de la formación de agregados, actuando a corto plazo las sustancias no húmicas (son rápidamente descompuestas por los microorganismos) y a largo plazo las de naturaleza húmica, principalmente los ácidos húmicos y en menor medida los fúlvicos.

Por otro lado y aunque en menor medida, el incremento de la actividad microbiana en el suelo, favorece su agregación gracias a la formación de sustancias mucilaginosas (polisacáridos) y micelios. Sin embargo este incremento de actividad reduce el contenido en materia orgánica, por lo que se debe establecer un equilibrio entre las entradas y salidas de estas sustancias para limitar la erosión, favoreciendo incluso la agregación por el desarrollo radicular de la planta.

En definitiva, los aportes de compost mejoran la estabilidad del suelo, contrarrestando los efectos de la erosión, acelerados por el laboreo. Su aplicación continuada incrementará el estado de agregación, sobre todo en capas superficiales, las más susceptibles a la erosión.

3.3.1.1.2 Densidad Aparente

La densidad aparente del suelo se correlaciona negativamente con el contenido en materia orgánica de este, por lo tanto lo primero que se aprecia al aplicar enmiendas orgánicas como el compost es un descenso en este parámetro. Esto dará lugar a un incremento de la porosidad y por lo tanto se afectará positivamente a la permeabilidad del suelo tanto a gases (oxígeno) como al agua.

A corto plazo, la influencia sobre la densidad aparente se debe a un efecto de dilución, ya que la materia orgánica presenta menor densidad aparente que la materia mineral. A largo plazo, el incremento en la porosidad se debe a la mejora que la aportación de materia orgánica tiene sobre la estabilidad de los agregados y mantenimiento de la estructura del suelo, así como por el desarrollo radicular y de micro y meso-fauna.

Los incrementos en la porosidad del terreno, darán lugar a un incremento de la capacidad de infiltración, efecto que se verá favorecido por la disminución de la costra superficial, dado al aplicar el compost, efecto similar al causado al aplicar estiércol.

La aplicación de compost procedentes de fangos de estaciones depuradoras o de mezclas entre compost y fertilizantes nitrogenados, no manifiesta estos incrementos de porosidad.

3.3.1.1.3 Capacidad de retención de agua

La materia orgánica y en especial las sustancias húmicas, presentan una alta capacidad de retención de agua, debido al carácter coloidal y a la posibilidad de formar enlaces mediante puentes de hidrógeno. Atendiendo a esto la aplicación al suelo de compost incrementará la capacidad de retención de agua.

Todo esto da lugar a un incremento de la cantidad de agua disponible para la planta y a su vez favorece el desarrollo de la actividad biológica, haciendo al suelo más resistente a períodos de sequía.

La capacidad de retención de agua está relacionada con la porosidad del medio, así como con el tamaño del poro. Interesa en el medio un sistema bimodal de poros (Berengena.1997), encontrando poros transmisores de agua (tamaño superior a 50 μm) y poros de almacenaje (tamaño inferior a 50 μm) en proporción semejante, lo cual equivale a una buena estructura del suelo. La aplicación de enmiendas orgánicas incrementa la cantidad de agua disponible en el suelo ya que favorece una buena estructura de este, así como una distribución adecuada de poros.

3.3.1.1.4 Temperatura

La presencia de materia orgánica en el suelo está en correlación con el incremento de la temperatura de este. Por un lado hay que considerar el aumento de la actividad metabólica cuyos efectos sobre la temperatura precisarán de grandes aportes o bien de la aplicación de compost no estabilizado.

Independientemente de los procesos biológicos, la presencia de sustancias húmicas en el suelo incrementará la capacidad calorífica, descendiendo la conductividad térmica. Todo esto da lugar a un calentamiento del suelo motivado en parte por la capacidad de adsorción de calor de los dobles enlaces presentes en las moléculas de los compuestos húmicos. Esto permite que a diferencia de los suelos claros donde se llega a adsorber un 30% de la radiación solar, los suelos ricos en sustancias húmicas pueden alcanzar el 80% (labrador, 1996).

3.3.1.2 Influencia sobre las propiedades químicas

3.3.1.2.1 Capacidad de Intercambio catiónico

Este parámetro es uno de los indicadores de la fertilidad del suelo agrícola. La mayor capacidad de intercambio catiónico facilita la asimilación de cationes por la planta y por lo tanto incrementa su desarrollo. El proceso es realizado por las arcillas y en mayor medida por las sustancias húmicas del suelo, con una capacidad de cambio de hasta 10 veces superior.

Los aportes de compost al suelo incrementan la capacidad de intercambio catiónico en mayor o menor grado, dependiendo de la dosis. Son los grupos carboxílicos e hidroxílicos de los ácidos húmicos y fúlvicos los que incrementarán esta propiedad del suelo. Esto permite la formación de compuestos complejos y quelatos con cationes polivalentes como Cobre, Manganese o Hierro, lo cual protege al catión de la formación de compuestos insolubles en el suelo, siendo así más asimilable para la planta.

Los procesos de compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos incrementa la capacidad de intercambio catiónico al aumentar la formación de grupos carboxílicos e hidroxifenólicos. Este incremento está considerado por algunos autores (Horada e Inako, 1980) como un parámetro para determinar el grado de madurez del compost.

3.3.1.2.2 pH

El compost con un adecuado grado de madurez, presenta un pH neutro o ligeramente alcalino, siendo este parámetro un indicativo del grado de madurez. Valores algo ácidos indican que el proceso no fue bien realizado.

La influencia que la aplicación de estos productos al suelo tendrá sobre el pH, dependerá del valor propio del suelo, así para suelos ácidos tiende a aumentarlo, mientras que en los alcalinos tiende a disminuirlo. Este efecto puede ser debido al efecto tampón de los grupos carboxílicos e hidroxifenólicos de los ácidos húmicos, el cual permite incluso amortiguar las variaciones de pH causadas por la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Otros efectos como el incremento de la actividad biológica en el suelo pueden afectar al pH. Entre ellos se puede considerar la liberación de CO₂ procedente de la descomposición de la materia orgánica, la liberación de ácidos orgánicos o los procesos de nitrificación que al oxidar amonio a nitrato liberan H⁺

3.3.1.2.3 Conductividad eléctrica

Uno de los problemas que nos puede plantear la aplicación de compost al suelo, es el incremento de la salinidad de este, debido a la alta concentración de sales que presentan. Esto obliga a controlar las dosis de aplicación sobre todo en zonas áridas o semiáridas donde la falta de lluvia puede provocar un desequilibrio entre las sales aportadas y las lavadas por el agua de lluvia. De los diferentes aportes de sales, hay que prestar mayor atención al sodio, siendo este uno de los cationes que más favorece la degradación del suelo.

La salinización del suelo puede producir daños de costosa solución, aunque esto dependerá también de los cultivos a los que se aplique, siendo unos más tolerantes que otros.

Un aspecto favorable del uso de las enmiendas orgánicas frente a la salinidad, es la mejora de las características físicas del suelo, favoreciendo la capacidad de infiltración del agua y con ello el lavado de las sales. Esto representa una ventaja frente al uso de fertilizantes químicos, los cuales para un aporte equivalente de sales incrementan más la conductividad eléctrica.

3.3.1.2.4 Capacidad de cesión de nutrientes al suelo y la planta

La aplicación de compost al suelo, supone un aporte junto con la materia orgánica de una serie de nutrientes como nitrógeno, fósforo o potasio que pueden ser asimilados por la planta. Los principales nutrientes son los siguientes:

- **Nitrógeno:** El nitrógeno es uno de los principales elementos necesarios en las plantas. Forma parte de la composición de todas las proteínas que constituyen la principal parte componente del citoplasma de las células vegetales e interviene en la composición de los ácidos nucleicos (ribonucleico RNA y desoxirribonucleico DNA, que juegan un papel fundamental en, el metabolismo del organismo). El nitrógeno está presente en el metabolismo, en los fosfatidos, en los alcaloides, en los fermentos y en muchas sustancias orgánicas de las células vegetales.

Las sales amoniacales y las del ácido nítrico constituyen la fuente de entrada de nitrógeno en las plantas.

Las sales de nitrógeno que entran a la planta pasan un ciclo complejo de transformaciones, cuya etapa final es la introducción del nitrógeno en la composición de las moléculas de proteína. Las proteínas se sintetizan de los aminoácidos, formándose éstos, a su vez, de la interacción del amoníaco con el grupo cetónico de los ácidos orgánicos correspondientes (aminación).

De esta forma, para la síntesis de los aminoácidos es necesaria la forma reducida del nitrógeno. Los nitratos y los nitritos no reaccionan con los grupos cetónicos de ácidos carboxílicos orgánicos y para la formación de los aminoácidos correspondientes se han de reducir previamente en los tejidos de las plantas hasta amoníaco. Si las plantas contienen suficiente cantidad de carbohidratos, los nitratos se reducen hasta amoníaco ya en las raíces.

La menor disposición de las plantas a aceptar los nitratos hace que, junto a la elevada solubilidad que poseen, el nitrógeno presente en esta forma tienda a perderse con mayor facilidad, favoreciéndose la lixiviación a través del suelo.

Los distintos pasos en la reducción de los nitratos hasta amoníaco vienen influenciados por diferentes fermentos, y estos a su vez condicionados por algunos elementos especiales. Los pasos son: nitrato a nitrito (necesita molibdeno), nitrito a hiponitrito (cobre, hierro y magnesio), hiponitrito a hidroxilamina (igualmente cobre, hierro y magnesio) y, finalmente, hidroxilamina a amoníaco (manganeso y magnesio).

Una buena alimentación nitrogenada en la planta generará un aumento positivo en la síntesis de materia proteica, una intensificación de la vitalidad del organismo, un aceleramiento del crecimiento y un retardo de la marchitez de las hojas.

Sin embargo, es conveniente no excederse con este tipo de alimentación debido a que puede ocasionar una retención en la maduración, así como un aumento en las concentraciones de nitratos, que si bien no es peligroso para las plantas, sí lo puede ser para el hombre.

La descomposición de los compuestos orgánicos de nitrógeno en el suelo ocurre, a grandes rasgos, en dos pasos. Primeramente ocurre la amonificación, donde las proteínas de las sustancias húmicas se convierten en amoníaco por desaminación y desamidación de los aminoácidos formados en primer lugar. Como resultado se desprende el amoníaco de los amino y amidocompuestos y se forman diversos ácidos orgánicos que continúan degradándose hasta llegar a formar los compuestos más simples: CO_2 , H_2O , N_2 , CH_4 . A continuación, sucede la nitrificación, que es el paso de este amoníaco a nitratos con la formación de nitritos como paso intermedio.

La amonificación es realizada por un amplio grupo de microorganismos aerobios y anaerobios: bacterias, actinomicetos y hongos. La nitrificación la realiza un grupo de bacterias específicas para las cuales la oxidación es la fuente de energía. A este grupo pertenecen Nitrosomas, Nitrosocystis, Nitrosospira y Nitrobacter (Yagodin, 1986).

Las mejores condiciones para la nitrificación son un buen acceso de aire, humedad del suelo en torno al 60-70%, pH entre 6.2 y 8.2 y temperatura entre 25 y 30 °C. Sobre la nitrificación influyen también el laboreo del suelo, el encalado y la fertilización. Sin embargo, el proceso de nitrificación, a la par de tener importancia positiva (por la conversión del NH_3 que de otra forma se perdería), juega un papel negativo, pues los nitratos no sólo se almacenan en el suelo, sino que pueden ser lavados de él debido a su movilidad, y también pueden someterse a la desnitrificación, formando gases de nitrógeno (NO , N_2O y N_2), lo que también conduce a la pérdida de nitrógeno del suelo.

La desnitrificación la realiza un amplio grupo de bacterias que se conocen con el nombre común de desnitrificantes (Denitrificans, Stutzeri, Fluorescens, Pyocyanum, etc.). Este proceso se desarrolla con particular intensidad en condiciones anaerobias, cuando el suelo tiene reacción alcalina y abundante materia orgánica rica en celulosa, glucosa u otros carbohidratos. Las bacterias desnitrificantes oxidan rápidamente los carbohidratos hasta CO_2 empleando el oxígeno de los nitratos. El proceso de reducción de los nitratos lleva carácter endotérmico, es decir con consumo de energía. La reducción de nitratos hasta nitritos transcurre con la participación del fermento nitrato-reductasa, y la siguiente reducción de nitritos se lleva a cabo con ayuda del nitrito-reductasa.

El nitrógeno molecular y el N_2O son los principales productos gaseosos de la desnitrificación biológica, por lo que a consecuencia de su volatilización tiene lugar la pérdida de nitrógeno del suelo.

La desnitrificación en los suelos ocurre no sólo con alta humedad y poca aireación del suelo, sino también en condiciones de humedad y aireación corrientes (si en el suelo hay nitratos y materia orgánica de fácil descomposición). En los suelos no existe absoluta aerobiosis, porque hasta con buena estructura y óptima humedad, la aireación puede ser insuficiente en el interior de los microagregados del suelo donde se crean las condiciones favorables para la desnitrificación. Existe íntima correlación entre la desnitrificación y la nitrificación. La formación intensa de nitratos en las microzonas aerobias de los suelos provoca su empobrecimiento de oxígeno; como resultado del rápido consumo de oxígeno por los microorganismos y del desprendimiento de CO_2 estas microzonas se hacen anaerobias y aquí se crean condiciones para la desnitrificación.

Existe además una desnitrificación química o quimiodesnitrificación, responsable de una pérdida extra de nitrógeno del suelo, en la que también toman parte diversos microorganismos. Por último, se debe tener en cuenta otros procesos secundarios de síntesis que también ocurren y originan el paso de compuestos minerales a orgánicos (no asimilables). Estos procesos de inmovilización llevan carácter biológico.

Otro proceso biológico que debe ser tomado en consideración es la fijación (incorporación al ciclo) de nitrógeno molecular procedente del aire. Suele realizarse por plantas leguminosas, si bien se conocen más de 200 que no lo son y que sí fijan nitrógeno. La participación de microorganismos es la condición fundamental para que pueda ser llevada a cabo. De especial importancia es la simbiosis de las bacterias nodulares con las leguminosas.

La aplicación de compost, supone un aporte de nitrógeno orgánico al suelo, lo cual representa una fuente de nitrógeno mineral disponible para la planta tras un proceso de mineralización. Esto puede catalogar al compost como un fertilizante de liberación lenta.

Los aportes de nitrógeno, tenderán a acumularse junto con la materia orgánica en los horizontes superficiales, dependiendo el grado de disponibilidad de la planta y de la relación C/N que presente el compost aplicado:

- Si la relación C/N es inferior a 20, el nitrógeno tenderá a mineralizarse dando formas disponibles para la planta.
- Si la relación C/N es superior a 35, descenderá la disponibilidad, descendiendo incluso la asimilación del nitrógeno presente en el suelo. Con esta relación se produce un incremento de la actividad biológica, asimilando la microflora el nitrógeno. Este proceso sin embargo inmoviliza el nitrógeno del suelo reduciendo las pérdidas por lixiviación.

El aporte de compost maduros dará lugar a un incremento de la concentración de nitrógeno asimilable en el suelo, la cual dependerá a su vez de la relación C/N, del tipo de suelo, su manejo y contenido en nitrógeno, de factores abióticos como temperatura y humedad, así como las características de los microorganismos implicados en la mineralización.

Las dosis aplicadas de compost influirán en la mayor o menor concentración de nitrógeno en el suelo, aumentando así el riesgo de lixiviación de nitrato. Este riesgo es mucho menor que el causado por la aplicación de fertilizantes químicos tipo urea, que si bien son más eficaces para aplicar nitrógeno asimilable a corto plazo (la disponibilidad a corto plazo para la planta del nitrógeno contenido en el compost, en relación al aplicado mediante fertilizantes químicos, es del 16%), son más contaminantes.

• **Fósforo:** Sin ácido fosfórico no puede existir ni una sola célula viva. Los nucleoproteídos, materia principal de los núcleos de las células, contienen en su composición ácido fosfórico. Los nucleoproteídos son compuestos de proteínas con ácidos nucleicos. Estos últimos contienen ácido fosfórico. Lo mismo que las sustancias proteinógenas, los ácidos nucleicos son compuestos multipoliméricos de carácter coloidal. Se distinguen los ácidos ácido (ARN, RNA) y desoxirribonucleico (DNA). Sus estructuras son extraordinariamente complejas aunque están compuestos sólo de cuatro componentes básicos (nucleótidos). En la estructura de los ácidos nucleicos están registradas las particularidades hereditarias del organismo, ya que por ellas se reproduce la síntesis y la estructura de las moléculas proteicas en la descendencia. A su vez las proteínas, por ejemplo los fermentos, influyen sobre la síntesis de los ARN y DNA.

En los ácidos nucleicos el contenido de fósforo constituye cerca del 20% (calculado en P_2O_5). Los ácidos nucleicos se encuentran presentes en cada célula vegetal, en todos los tejidos y en todos los órganos.

El fósforo se encuentra también en la composición de una serie de otras sustancias orgánicas de las plantas tales como la fitina (que sirve de sustancia de reserva y de germinación), la lecitina (que entra en la composición de las membranas fosfolipídicas regulando la permeabilidad a distintas sustancias) y los sacarofosfatos (respiración y fotosíntesis).

Pero aún existe una función más, de gran importancia, desempeñada por el fósforo, y es la realización de los procesos sintéticos, por ejemplo, de la biosíntesis de las proteínas, grasas, almidón, sacarosa.

Al igual que para el nitrógeno, la aplicación de compost al suelo, supone un incremento de la concentración de fósforo, ahora bien, para ser asimilable por la planta

debe mineralizarse, para lo cual precisa encontrarse en valores superiores al 0.3% y una relación C/P inferior a 200.

El fósforo es poco móvil en el suelo, por lo que las pérdidas por lixiviación serán escasas, sin embargo su biodisponibilidad puede estar condicionada por la adsorción de este sobre coloides o su precipitación a pH alcalinos. Estos factores influirán principalmente en la aplicación de fertilizantes químicos, mientras que la aplicación mediante compost facilita su asimilación, por los efectos que realiza sobre el pH alcalino y la formación de fosfohumatos que impiden la transformación a formas poco asimilables (labrador, 1996).

La disponibilidad a corto plazo para la planta, del fósforo contenido en el compost procedente de la fracción sólida de residuos orgánicos, en relación con el aplicado mediante fertilizantes químicos, es alta oscilando entre el 57 y 70%.

• **Potasio:** El potasio en las plantas se encuentra en forma iónica y no entra en la composición de los compuestos orgánicos de las células. Se halla, principalmente, en el citoplasma y en las vacuolas, mientras que está ausente en el núcleo. Cerca del 20% del potasio se retiene en las células de las plantas en estado de adsorción cambiante por los coloides del citoplasma, hasta un 1% es absorbido no cambiamente por los mitocondrios, y la parte principal (aproximadamente 80%) se encuentra en el jugo celular y se extrae fácilmente con agua. Por eso el potasio se lava de las plantas con las lluvias, sobre todo de las hojas adultas.

El potasio que se acumula en los cloroplastos y mitocondrios estabiliza la estructura de éstos y contribuye a la formación de compuestos ricos en energía en los procesos de la fotosíntesis y fosforilación oxidante.

Refuerza a su vez la síntesis de los carbohidratos de alto peso molecular (celulosa y hemicelulosa principalmente), cataliza la labor de algunos fermentos y también fomenta la síntesis y acumulación de una serie de vitaminas en las plantas.

El potasio, junto con el calcio y el magnesio, es importante también para la nutrición amónica de los cultivos agrícolas. La insuficiencia de nutrición potásica conduce a la vulneración del metabolismo en las plantas. El déficit de potasio provoca el debilitamiento de la actividad de una serie de fermentos, la violación del metabolismo de carbohidratos y proteínas en las plantas, aumentando los gastos de azúcar en la respiración, conduce a la formación de granos endebles, a la reducción del poder germinativo y vitalidad de las semillas y, como resultado, ejerce influencia negativa sobre la calidad de la cosecha. Con insuficiencia de nutrición potásica las plantas se contagian con mayor facilidad de enfermedades y debido a esto, después de la recolección, se reduce la conservación de la cosecha.

También es indispensable para los procesos de incorporación del fosfato a los compuestos orgánicos, así como para la reacción de transferencia de los grupos fosfóricos.

Respecto al contenido de este elemento en el suelo se debe decir que en la capa de interés agrícola, es entre 5 y 50 veces mayor que el de nitrógeno y entre 8 y 40 la del fósforo. Se encuentra fundamentalmente en la parte mineral del suelo y su fuente de alimentación principal a las plantas es en forma de sales solubles de potasio.

Los compost procedentes de residuos agrícolas y ganaderos presentan una elevada capacidad para ceder potasio asimilable al suelo, con una biodisponibilidad de prácticamente el 100% en relación con fertilizantes potásicos inorgánicos. En este sentido, el compost es una fuente de potasio suficiente para satisfacer las necesidades de este nutriente para la mayoría de los cultivos.

La aplicación de compost al suelo mantiene niveles asimilables de potasio superiores a los obtenidos por aplicación de fertilizantes inorgánicos, debido tanto a su contenido como a la mejora sobre la capacidad de cambio catiónico.

- *Calcio y magnesio:* Los aportes de compost no incrementan significativamente las concentraciones de calcio y magnesio en el suelo, apreciándose solo ligeros incrementos en suelos ácidos y con dosis por lo general muy altas (Nogales et al, 1995).

- *Micronutrientes:* Elementos esenciales para el desarrollo de la planta como son el Zn, Cu, Mo, Fe, Mn y B están presentes en los compost, por lo que su aplicación al suelo puede suponer una corrección de micronutrientes, especialmente importante para suelos deficientes como algunos suelos calizos de zonas áridas y semiáridas.

3.3.1.3 Efectos sobre las propiedades biológicas

La mejora que sobre las propiedades físicas del suelo, supone la aplicación de compost, así como el incremento en la cantidad de materia orgánica, favorece la proliferación microbiana y la actividad enzimática de la misma. Este incremento se aprecia en toda la comunidad microbiana (bacterias, hongos, actinomicetos, micorrizas...). Por otro lado, los aportes de compost suponen un incremento en la población microbiana al contener esta gran variedad de microorganismos.

Una mayor actividad microbiana dará lugar a una mayor mineralización de la materia orgánica, favoreciéndose los aportes de nutrientes a la planta. Esto precisará de nuevos aportes de materia orgánica hasta establecer un equilibrio entre entradas y salidas.

A pesar de estos efectos beneficiosos, algunas actividades enzimáticas como la fosfatasa ácida o los procesos de mineralización de nitrógeno, se pueden ver alterados por la presencia de metales pesados, los cuales pueden incorporarse al suelo a través de las aplicaciones de compost. Esto reduciría la fertilidad del suelo.

3.3.2 Efectos sobre la planta

La aplicación de compost, además de ejercer ciertos efectos sobre las propiedades del suelo, también afecta a la planta. En este sentido son las sustancias húmicas las responsables de estos efectos al promover la actividad rizogénica y la capacidad de absorción de nutrientes, debido a que aumentan la permeabilidad de la membrana celular (Mylanos U.A. and Mc Lants C.B., 1980). Otros autores (Labrador, 1996) afirman que la presencia de adecuadas concentraciones de sustancias húmicas en el suelo favorecen la germinación de la semilla contrarrestando el efecto de algunas toxinas.

3.3.3 Riesgos sobre el suelo y planta

Junto con el efecto negativo anteriormente descrito, sobre el incremento en la conductividad eléctrica y en la concentración de sodio, que la aplicación de compost supone, cabe destacar dos problemas no menos importantes como son el incremento en la concentración de metales pesados y de microcontaminantes orgánicos que pueden afectar negativamente tanto al suelo como a la planta.

3.3.3.1 Contaminación por metales pesados

Son muchos los metales pesados que pueden estar presentes en el compost y vermicompost procedente de residuos sólidos urbanos. El compost procedente de la fracción sólida de residuos ganaderos es muy raro que presente contaminación por metales pesados. Dentro de ellos se pueden considerar algunos como Zn, Cu, Mo, Fe o Mn los cuales ya se indicó con anterioridad son beneficiosos al ser micronutrientes esenciales para la planta. Junto con estos pueden aparecer otros como Ni, Pb, Hg, Cd, Cr o Co los cuales son altamente tóxicos tanto para la planta como para la microbiota presente en el suelo. Atendiendo a esto altas dosis de estas enmiendas orgánicas podrían tener consecuencias indeseables sobre la fertilidad del suelo y la planta (fitotoxicidad).

Algunos metales como Cd, Cu, Ni, Pb y Zn pueden ser acumulados por la planta, por lo que pasarían a la cadena trófica, afectando a eslabones superiores. De todos ellos, el Cd puede presentar mayores problemas, ya que puede acumularse en

concentraciones tóxicas, para animales superiores, sin mostrar síntomas de fitotoxicidad (Felipo, 1995).

Los aportes de estos elementos a las capas superficiales del suelo producen una contaminación del mismo con graves consecuencias a largo plazo (fenómeno conocido como la bomba del tiempo). Los metales son poco móviles en el suelo, los cuales al ser aportados junto con la materia orgánica quedan inmovilizados en la misma reduciendo su biodisponibilidad para la planta. Tras el cese de los aportes de enmiendas orgánicas y la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo, estos elementos quedan liberados y disponibles en el suelo representando un problema medio ambiental importante. Es de considerar también la posible migración de estos elementos en el suelo, la cual aunque lenta puede alcanzar las aguas subterráneas.

Todo esto nos lleva a prestar alta atención a la dosis de compost que se aplica sobre el suelo, para evitar estos problemas. La separación en origen de los residuos sólidos urbanos reduce considerablemente la presencia de metales pesados en el compost obtenido, logrando de este modo enmiendas orgánicas exentas de estos tóxicos y por lo tanto de mayor calidad.

Aunque el compost procedente de residuos ganaderos, como la gallinaza no presenta generalmente este problema de contaminación, el compost obtenido deberá someterse a controles analíticos periódicos que aseguren su calidad.

3.3.3.2 Contaminación por microcontaminantes orgánicos

Sus efectos sobre el suelo y la planta son muy variables, la mayoría de ellos desconocidos, aunque si hay importantes estudios frente a la flora microbiana del suelo la cual se afecta tanto positiva como negativamente.

La concentración de estos compuestos en los residuos utilizados para la obtención de compost varía con el origen de los mismos o su posible mezcla con residuos de origen industrial. Estos compuestos pueden ser más o menos recalcitrantes por lo que su concentración en el compost puede aumentar al reducirse estos en tamaño en el proceso de formación. Hay que destacar sin embargo, que muchos de ellos son degradados gracias a los procesos biológicos desencadenados en el compostaje, proceso que puede continuar en el suelo.

3.3.4 Fertilizantes orgánicos frente a fertilizantes inorgánicos

Algunas propiedades específicas de los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes inorgánicos aconsejan, sobre la base de buscar el mayor rendimiento de cosecha, el empleo simultáneo de las dos clases de abonos.

Con todas las ventajas ya vistas de los abonos orgánicos, se debe tener en cuenta que este tipo de abono tiene menor concentración de sustancias nutritivas que los inorgánicos. Es decir, con el empleo en solitario de un compost resulta más difícil satisfacer las necesidades de las plantas en elementos nutritivos, en particular, en el primer período de vegetación y en el periodo de máximo consumo de sustancias nutritivas. También se debe tener en cuenta que el abono orgánico es más lento en cuanto a su acción, por lo que no podrá ser aprovechado por las plantas desde el momento de su aplicación al suelo, hecho que sí ocurre con los abonos minerales.

Nunca es recomendable el uso únicamente de abono mineral, debido a que si bien este tendrá una cantidad adecuada de nutrientes, se frenarán todos los procesos estudiados en los que tomaban parte diversos microorganismos (amonificación, nitrificación, etc.) que sí son potenciados con el uso de abonos orgánicos. Además el uso de abono mineral en exceso puede provocar una acidificación del terreno, así como un aumento del aluminio móvil.

La fabricación del abono inorgánico conlleva unos costes de operación, fundamentalmente de consumo de energía, sumamente elevados. Por otra parte, desde el punto de vista legislativo habría que hacer mención a las nuevas directrices marcadas en ámbito europeo acerca del desarrollo sostenible en agricultura (ecología sostenible), en las que se aboga por un uso mayor del abono orgánico debido a su menor implicación en la contaminación de las aguas. Además cada vez es mayor el segmento de la población que apuesta por productos orgánicos, cuya etiqueta sólo es concedida a los productos concebidos a base de enmiendas orgánicas.

	ABONO ORGÁNICO	ABONO MINERAL
Aporte de nutrientes	-	+
Microorganismos	+	-
Velocidad de acción	-	+
Influencia por exceso	+	-
Legislación	+	-
Costes asociados	+	-

Tabla 3.54: Comparativa de abonos orgánicos y abonos minerales

3.4 Bibliografía de los anexos

3.4.1 Artículos de revista científica

Agamuthu, P., Choohg, L.C., Hasan, S., Praven, V.V. Kinetic Evaluation of composting of agricultural Wastes. *Environemntal Technology*, 2000, 21(2), 185-192

Bernal, M.P., López-Real, J.M., Scott, K.M. Application of natural Zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a laboratory composting simulator. *Bioresource Technology*, 1993, 43, 35-39

Bono, J.J., Chalaux, N. & Chabbert, B. Bench-Scale Composting of Two Agricultural Wastes. *Bioresource Technology*, 1992, 40, 119-124

Burés, O., Soliva, M. Composting sewage sludge-pine bark. *Acta Horticulturae*, 1983, 150, 545-551

Echeandia, A. Tratamiento aerobio de la gallinaza. Seminario de residuos Ganaderos, Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Fundación La Caixa, 1992, 57-66

Fernandes, L., Zhan, W., Patni, N.K., Jui, P.Y. Temperature distribution and variation in passively aerated static compost piles. *Bioresource Technology*, 1994, 48, 257-263

Fundación La Caixa. Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura. Ed. AEDOS, Madrid (1995).

González, J.L., Benitez, I.C., Pérez, M.I., Medina, M. Pig slurry compost as Wheat Fertilizers. *Bioresource Tecnology*, 1992, 40, 125-139

Guerra-Rodriguez, E., Vázquez, M., Diaz-Raviña, M. Co-composting of barley wastes and solid poultry manure, *Bioresource Tecnology*, 2000, 75, 223-225

Sala Villaplana, F. Disminución de lixiviación durante el compostaje de RSU por adición de compost maduro. *Tecno Ambiente*, 1992, 18, 41-45

Mantecón Pascual, R. Planta de compostaje de restos de poda y lodos de depuradora en Castelldefels (Barcelona), *TecnoAmbiente*, 1994, 35, 27-37

3.4.2 Libros

Marañón, E., Sastre, H., Castrillón, L., Glez-Prendes, J.M., Pertierra, J. y Berrueta. Generación de residuos de ganado vacuno (purines) en Asturias. Problemática y tratamiento. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, 1998

Herranz, D., Ibáñez, E. y Sánchez, F. Proceso de compostaje *ENVITAL*". Residuos No. 44, 1998

Nogales, R. y col. Uso agrícola de los compost y vermicompost de basuras urbanas. Residuos, año V, No. 27, 1995

Tejada, M., Dobao, M.M., Benítez, C. y González, J.L. Calidad del compost de residuos sólidos urbanos. Residuos No. 44, 1998

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S.A. Gestión Integral de RSU, McGraw Hill, Madrid, 1994

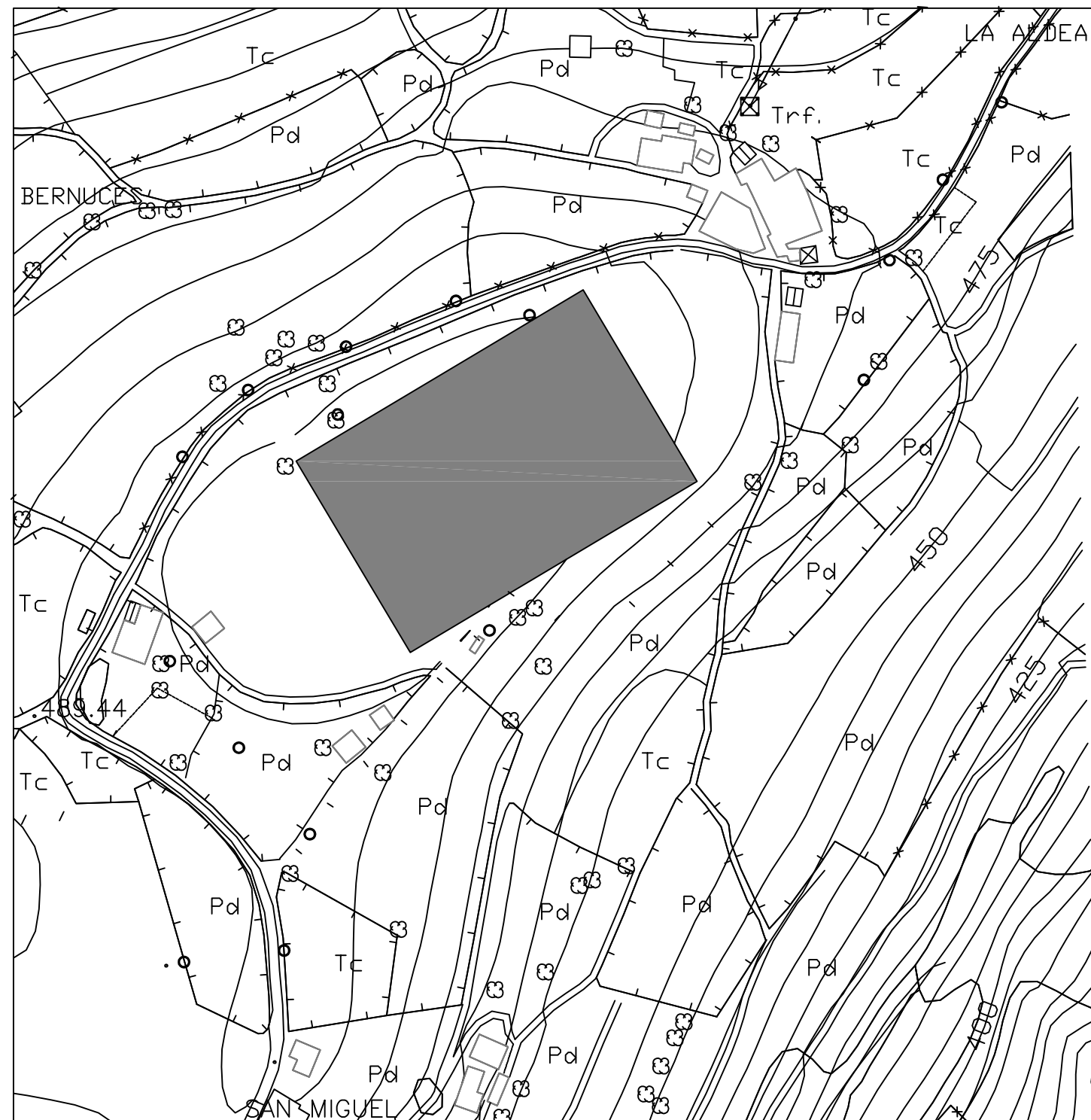
4 PLANOS

4.1 Introducción, título y numeración designada

Para el proyecto de la planta de compostaje se han realizado un total de 12 planos:

- Plano de situación y emplazamiento. La numeración del mismo viene designado como el (01/12).
- Plano de cubicación de tierras de la explanada. La numeración del mismo viene designado como el (02/12).
- Plano de distribución general de la planta de tratamiento de compost. . La numeración del mismo viene designado como el (03/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de almacenamiento. La numeración del mismo viene designado como el (04/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de almacenamiento. La numeración del mismo viene designado como el (05/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de maduración. La numeración del mismo viene designado como el (06/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de maduración. La numeración del mismo viene designado como el (07/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de mezcla. La numeración del mismo viene designado como el (08/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de mezcla. La numeración del mismo viene designado como el (09/12).
- Plano detalles constructivos biofiltro. La numeración del mismo viene designado como el (10/12).
- Plano detalles constructivo para tratamiento de gases y lixiviados. La numeración del mismo viene designado como el (11/12).
- Plano detalles constructivos túneles de fermentación. La numeración del mismo viene designado como el (12/12).

A continuación se muestran los planos realizados y supervisados, citados anteriormente para el diseño básico de la planta de tratamiento de compostaje.



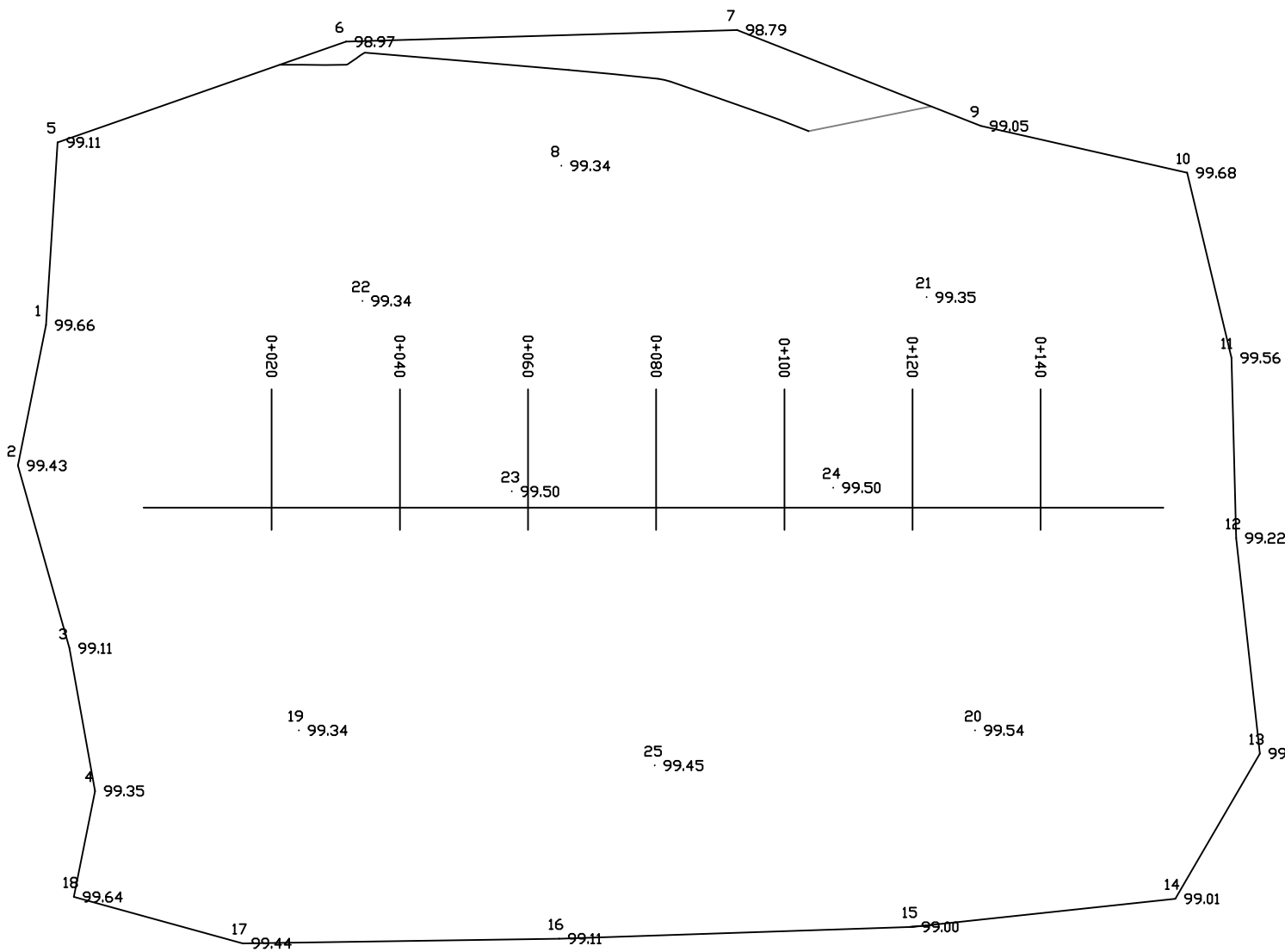
PLANO DE EMPLAZAMIENTO
T.M. DE CARREÑO, ASTURIAS



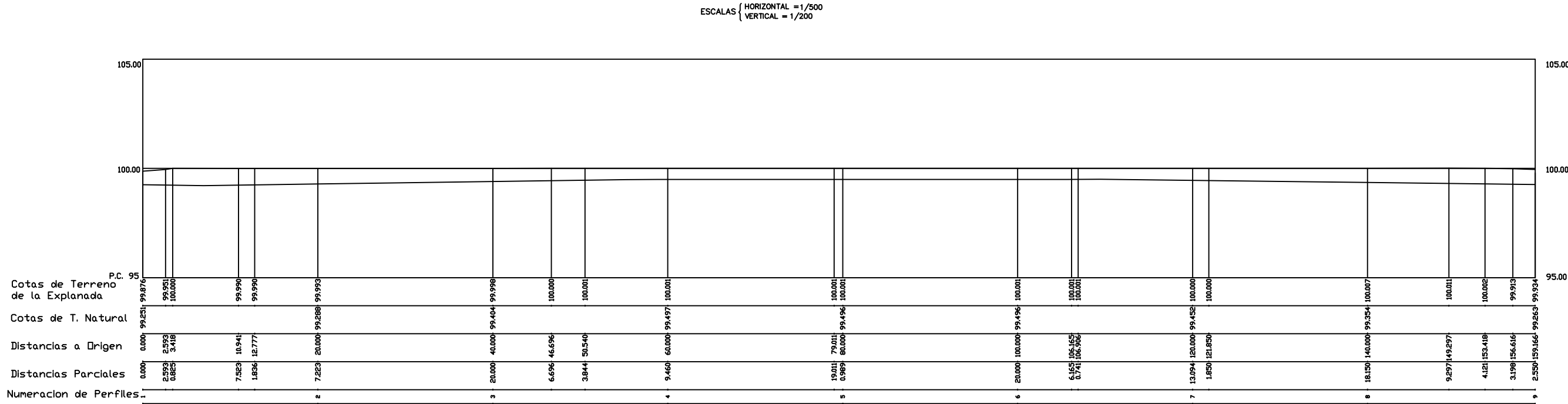
PLANO DE SITUACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE			Nº PLANO
1 : 2.000	PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			1 / 12
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

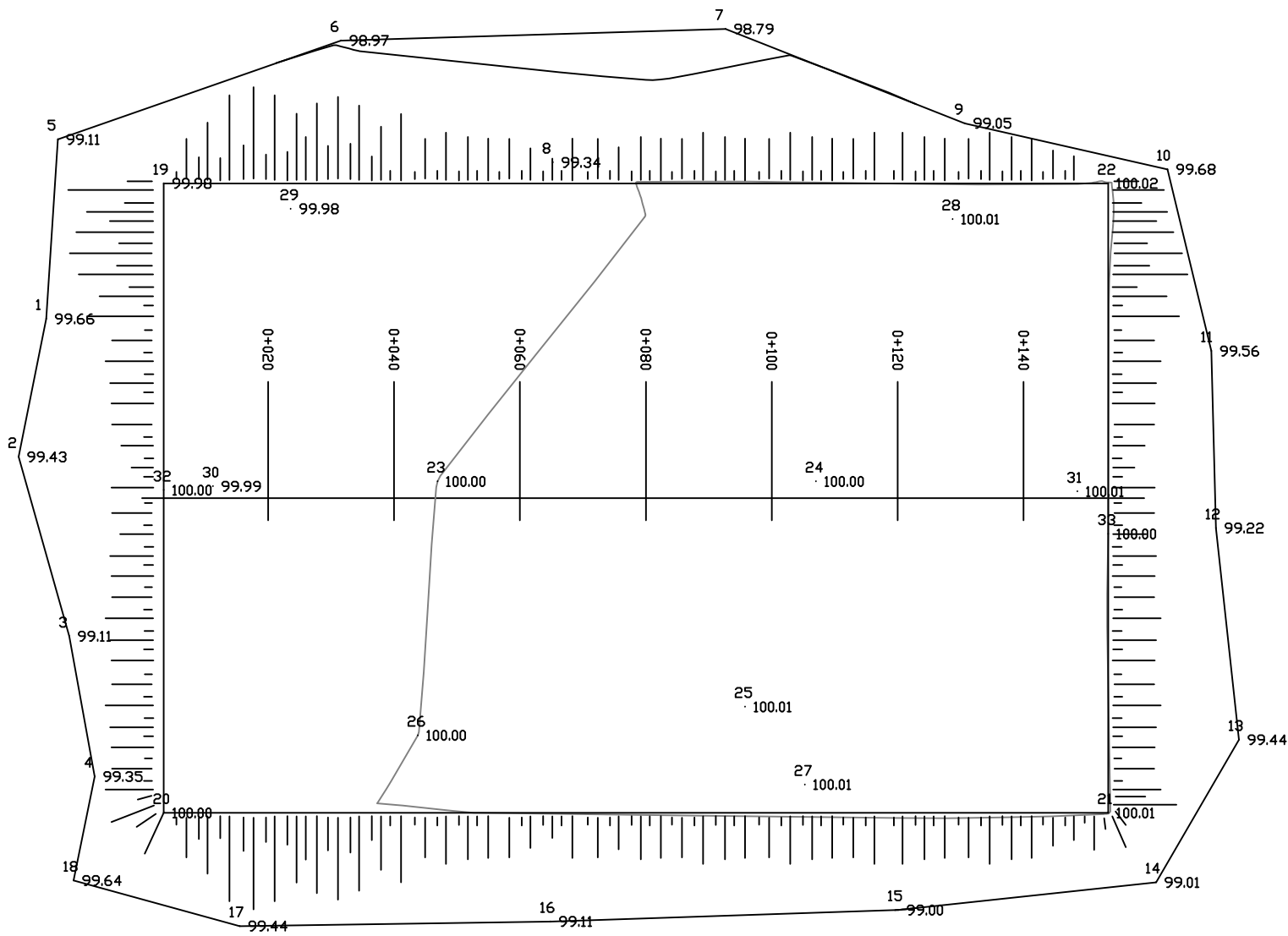
TERRENO ORIGEN



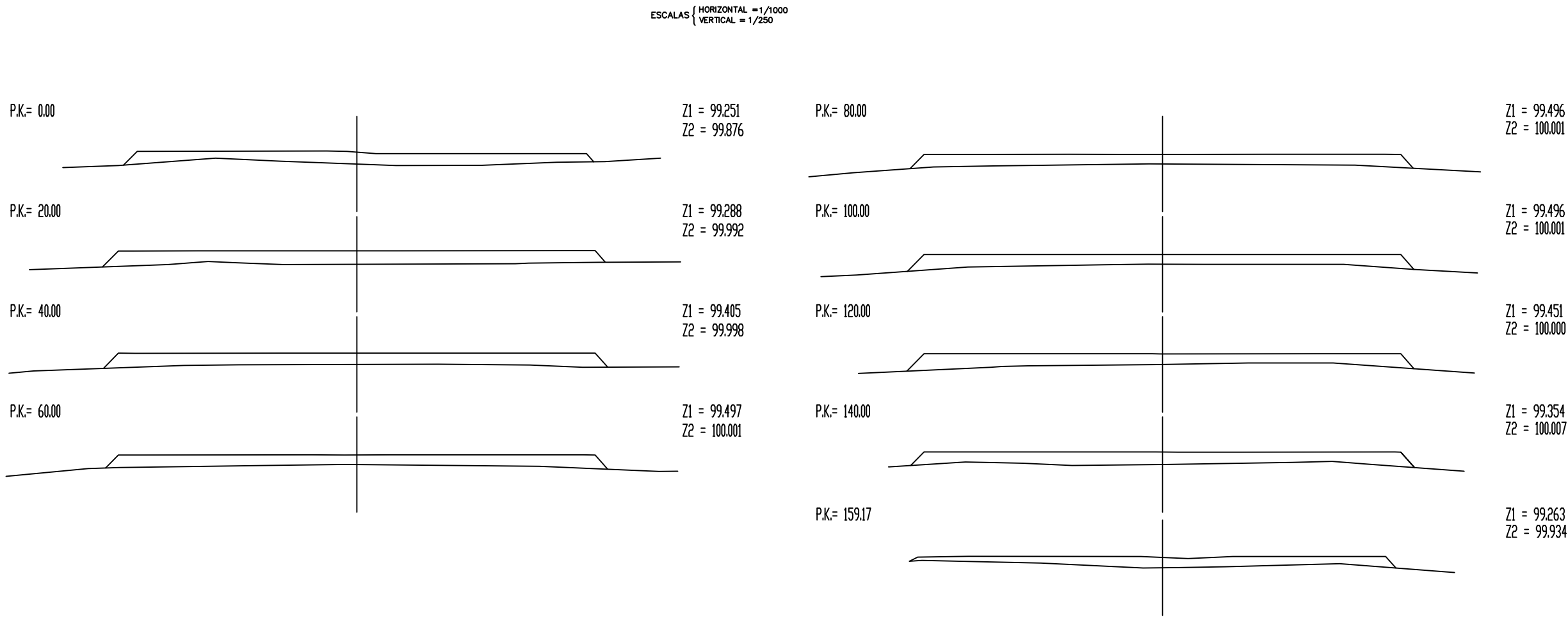
PERFIL LONGITUDINAL



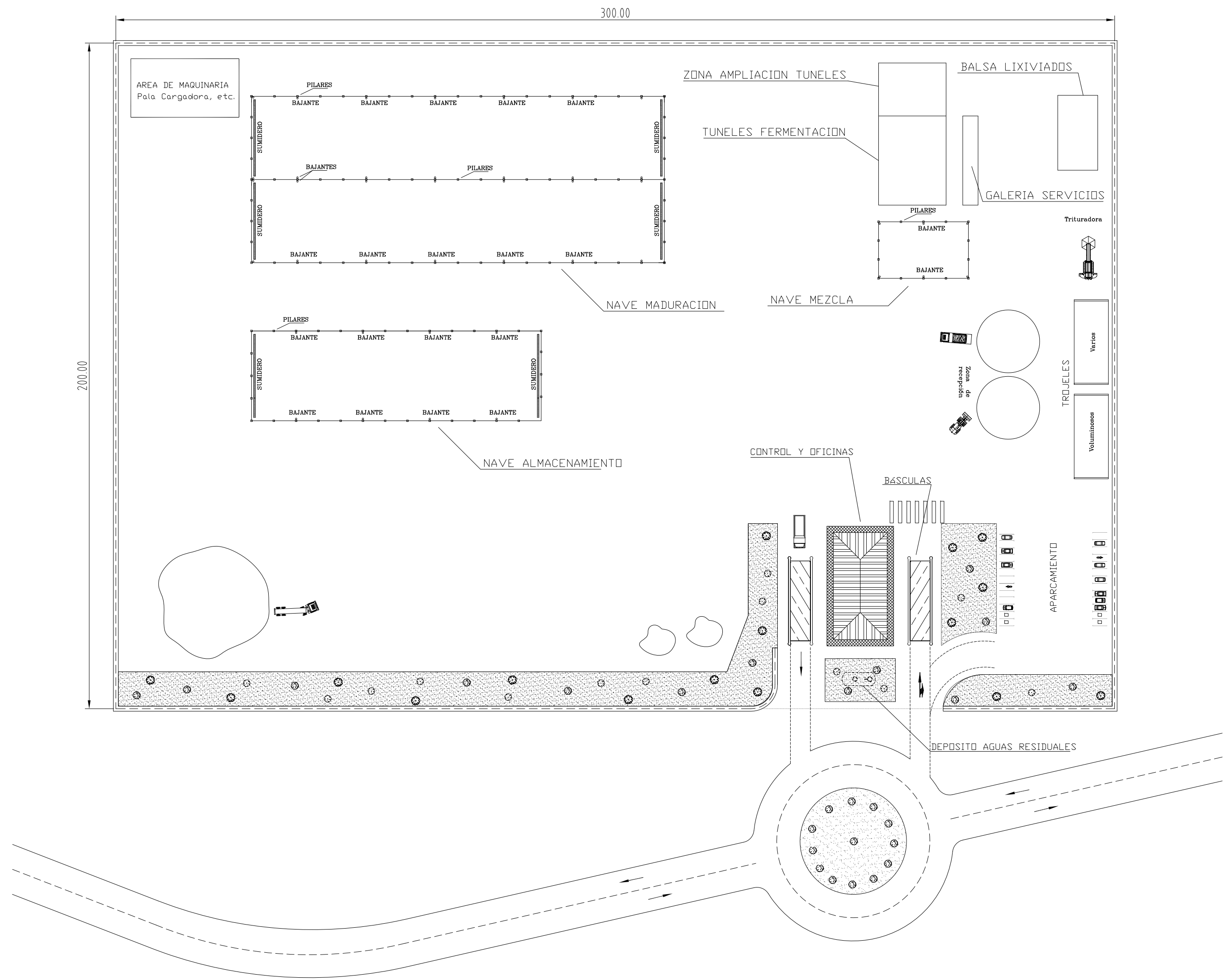
EXPLANADA



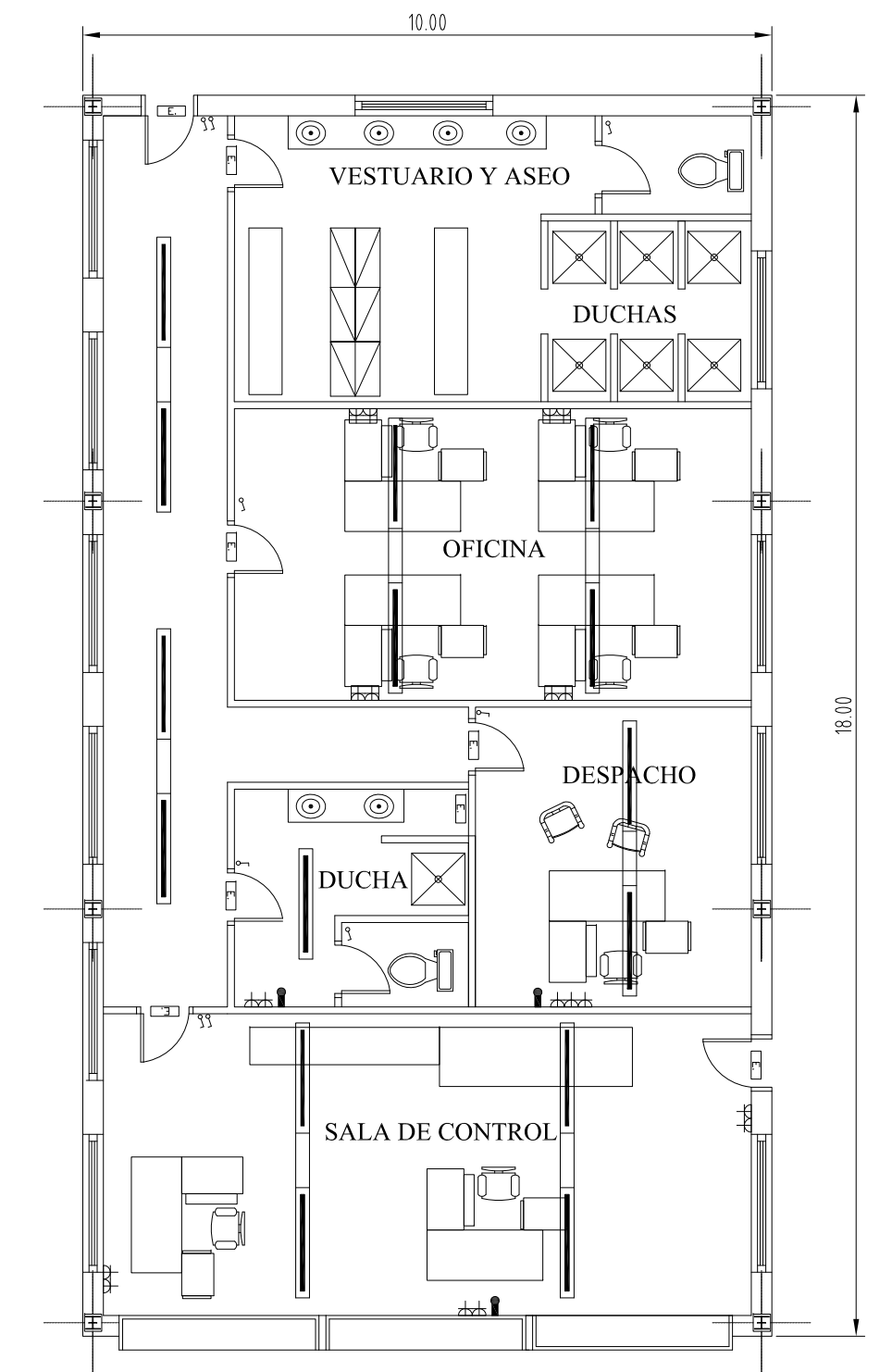
PERFILES TRANSVERSALES



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE CUBICACIÓN DE TIERRAS DE LA EXPLANADA			Nº PLANO 2 / 12
1 : 1.000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



DISTRIBUCIÓN EDIFICIO CORPORATIVO



	CUADRO GENERAL
	CUADRO SECUNDARIO
	PANTALLA ESTANCA 2 X 58 W
	PANTALLA SUPERFICIE 2 X 36 W
	PANTALLA SUPERFICIE 2 X 58 W
	SISTAMA IL PRISMA DE IGUZZINI
	APLIQUE A- 1033 DE ESTILUZ 300 W
	APLIQUE CHARTRES 60 W
	INTERRUPTOR UNIPOLAR
	INTERRUPTOR BIPOLAR
	TOMA DE CORRIENTE
	CAJA PEKERMAN
	TOMA DE CORRIENTE ESTANCA
	FOCO INDUSTRIAL
	EMERGENCIA
	TOMA DE TELÉFONO
	EXTINTOR
	PROYECTOR C/Y 500 W
	CUADROS AUXILIARES DE TALLER

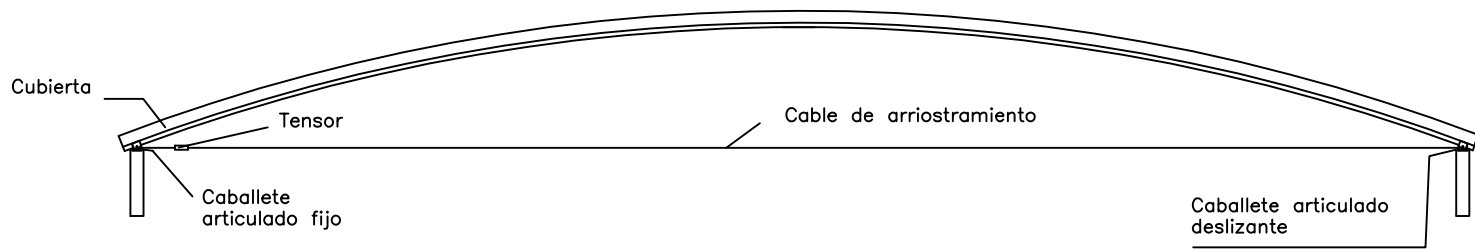
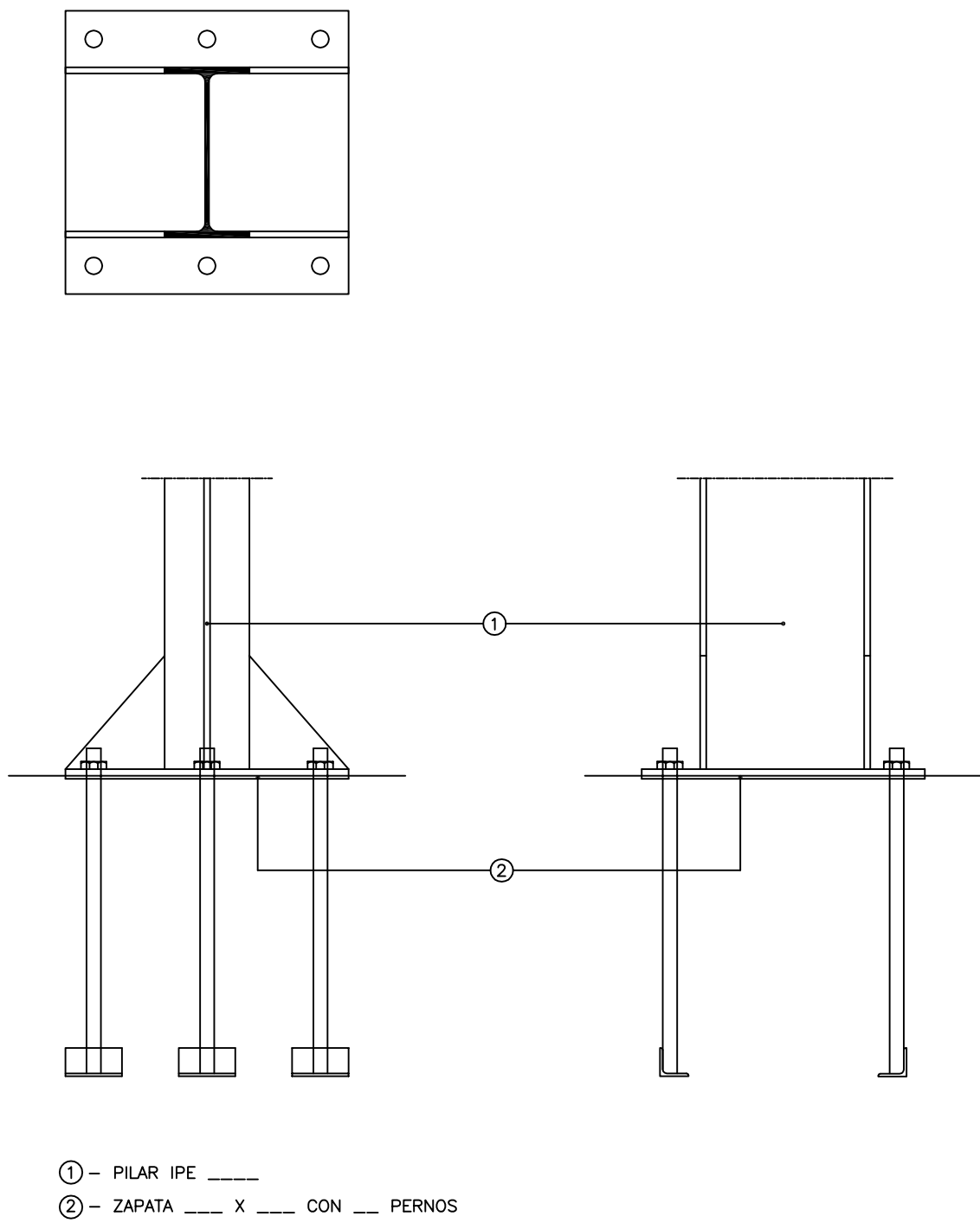
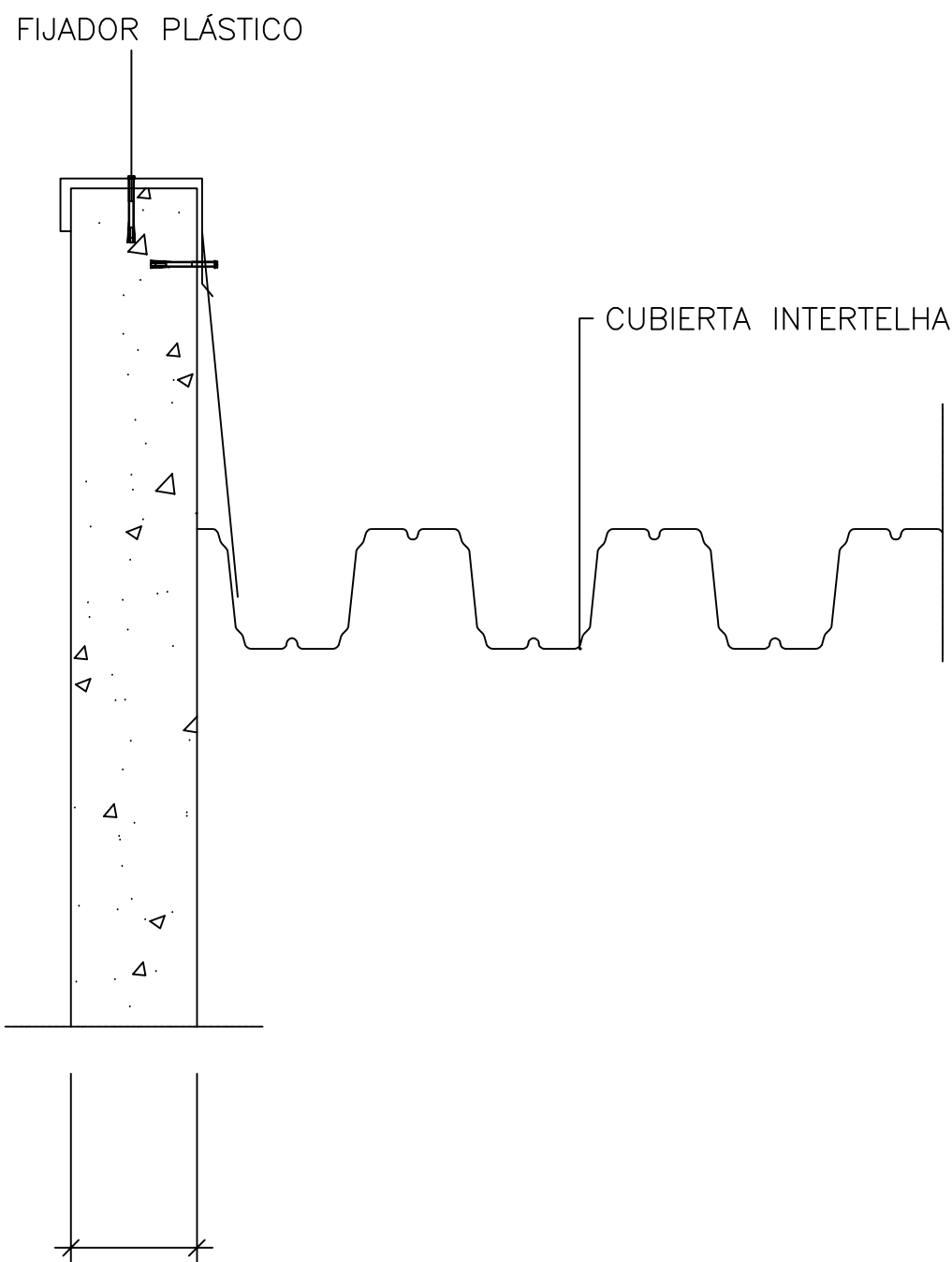
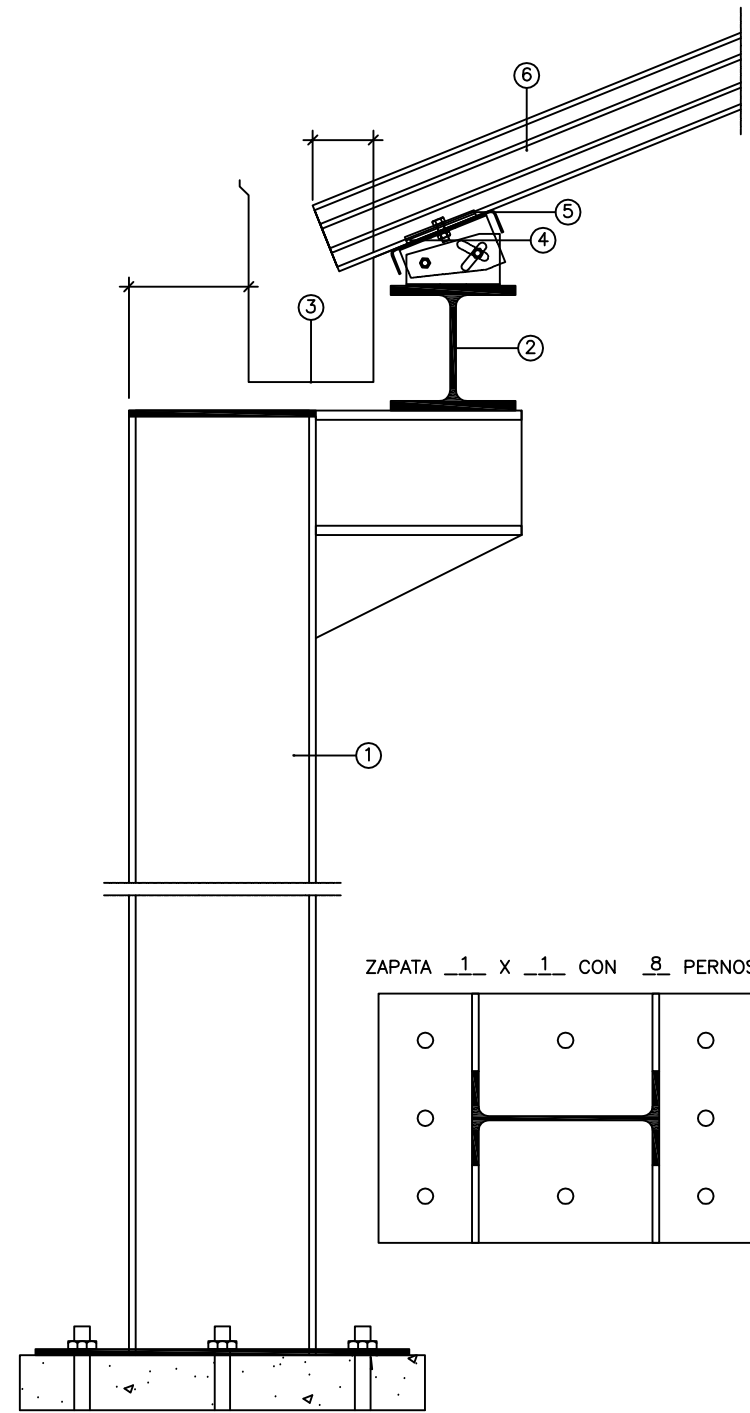
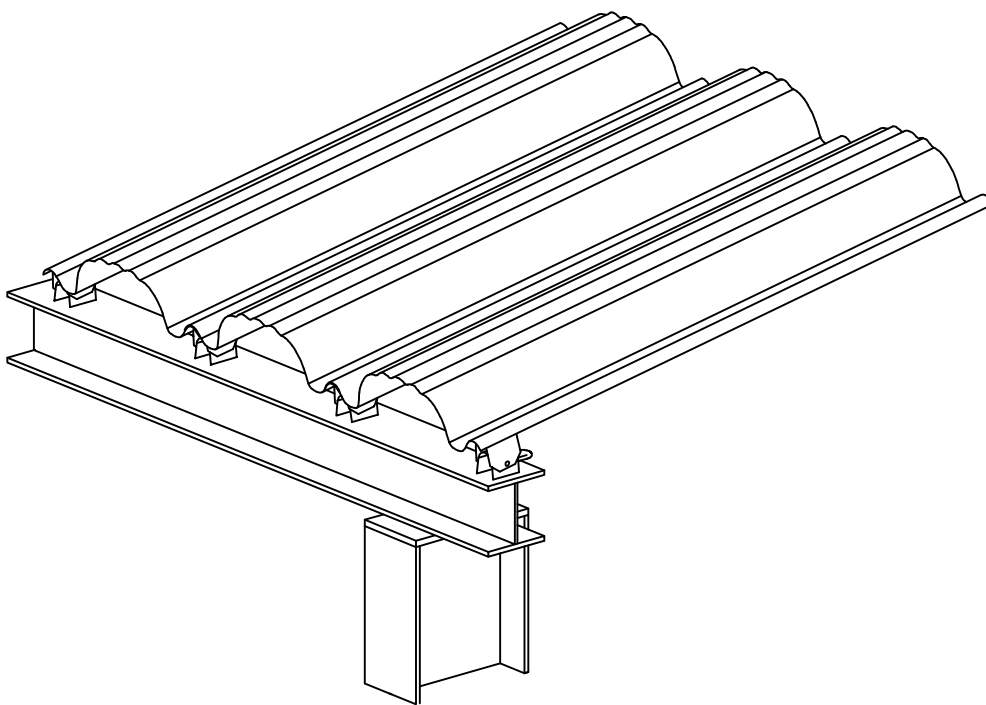
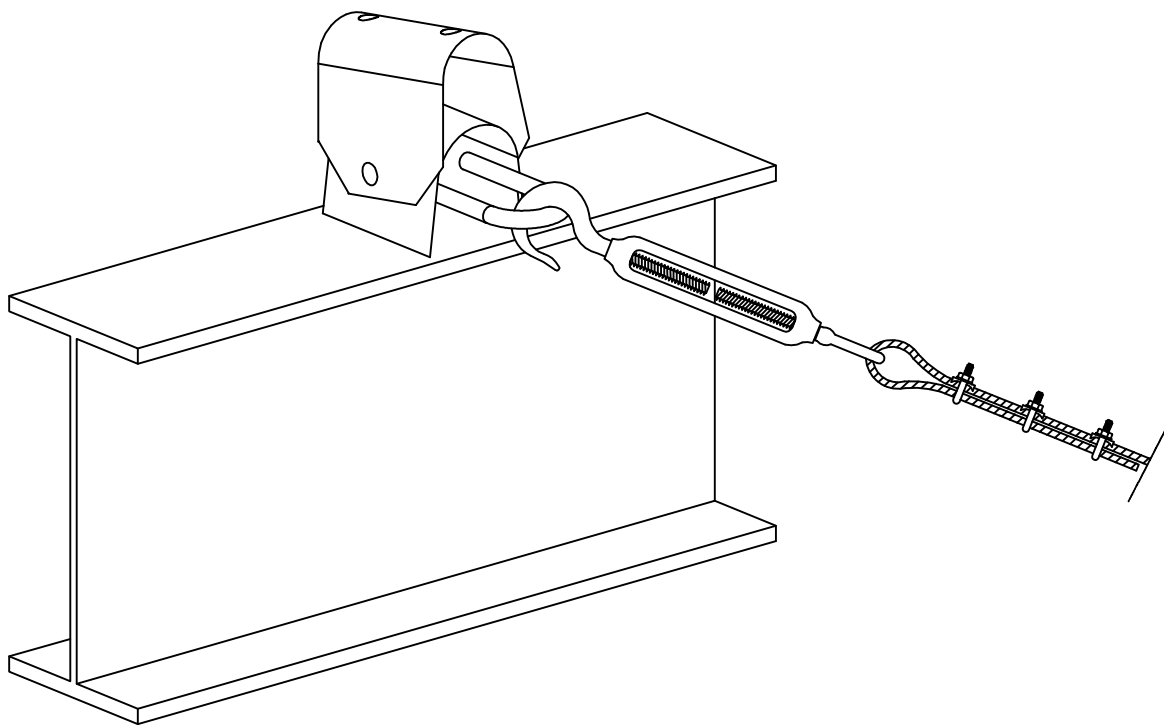
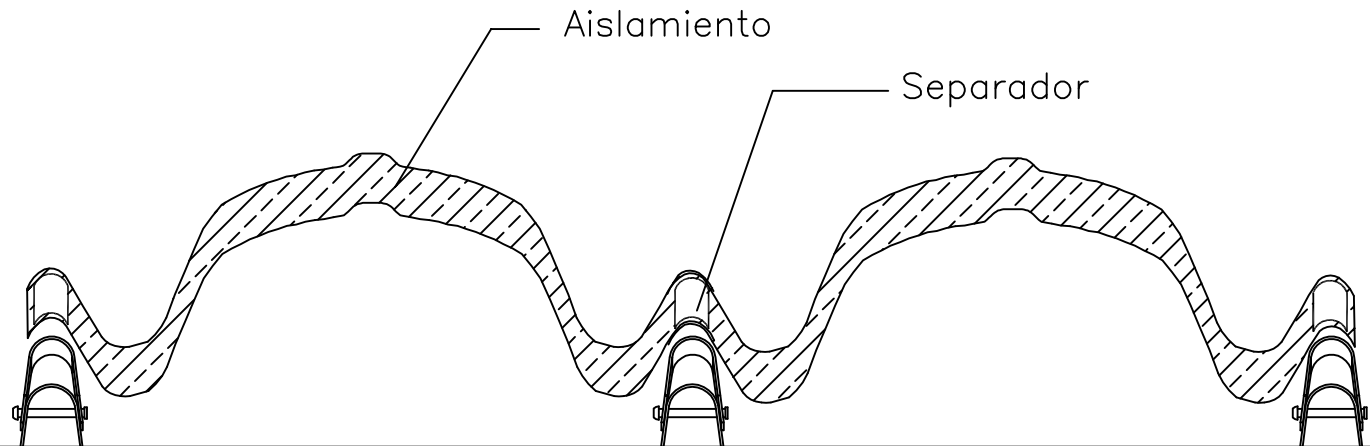
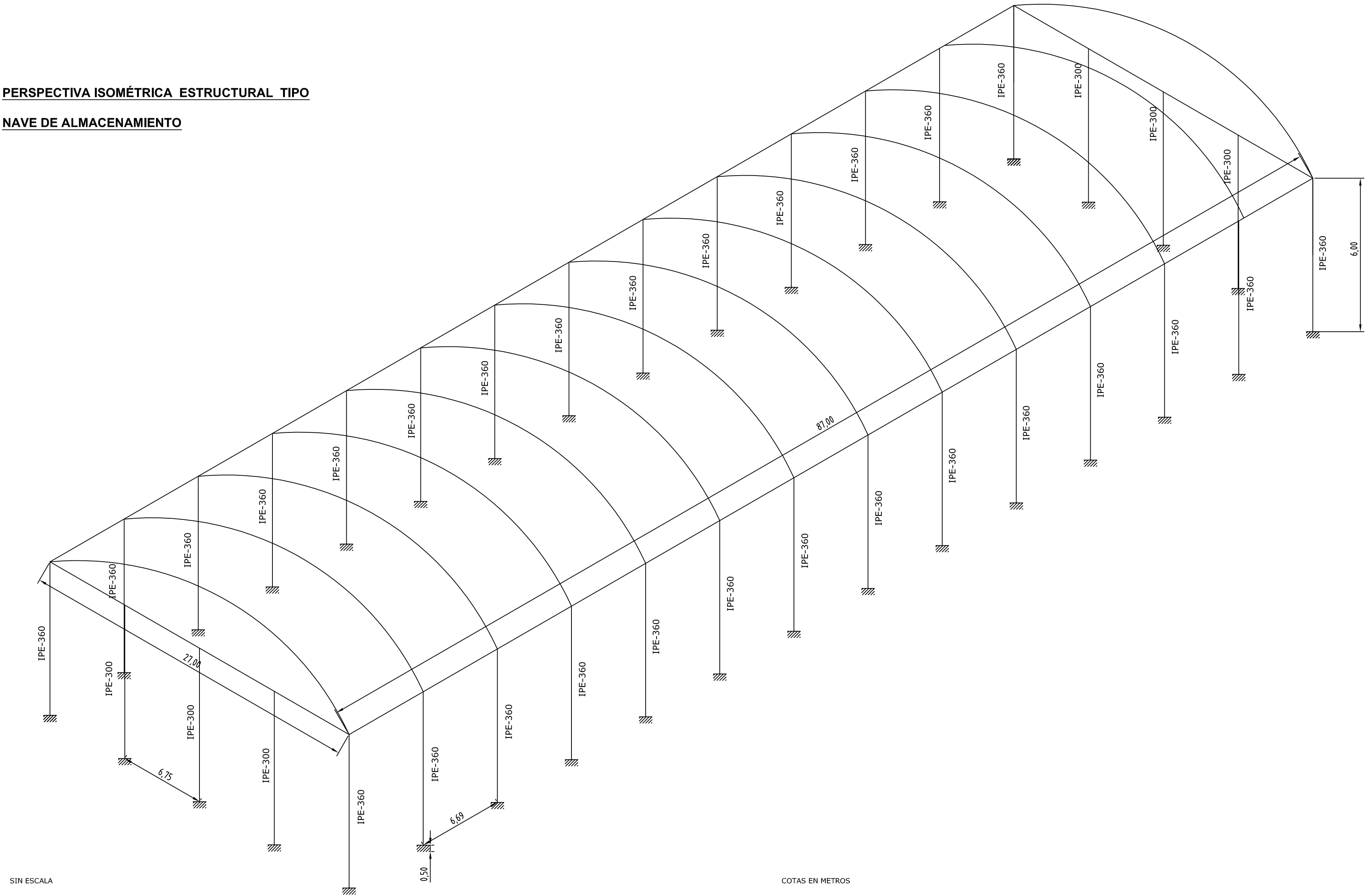
INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

ESCALA 1/100

Cotas en Metros

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DISTRIBUCIÓN GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO DE COMPOST			Nº PLANO
1 : 500				3 / 12
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

PERSPECTIVA ISOMÉTRICA ESTRUCTURAL TIPO
NAVE DE ALMACENAMIENTO



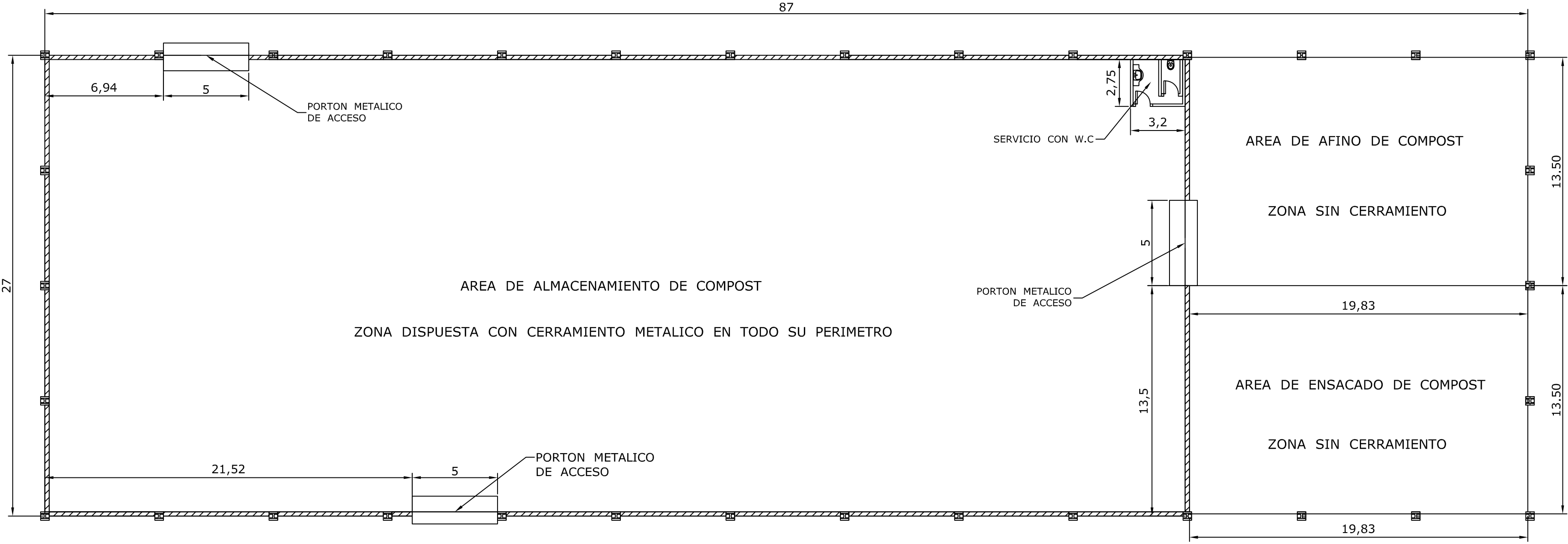
- ① - PILAR IPE
- ② - VIGA HE
- ③ - CANALON METALICO
- ④ - VEDANTE
- ⑤ - CHAPA DE ROZAMIENTO
- ⑥ - CUBIERTA

DETALLE COMPLETO PILAR-VIGA-CUBIERTA
SIN ESCALA

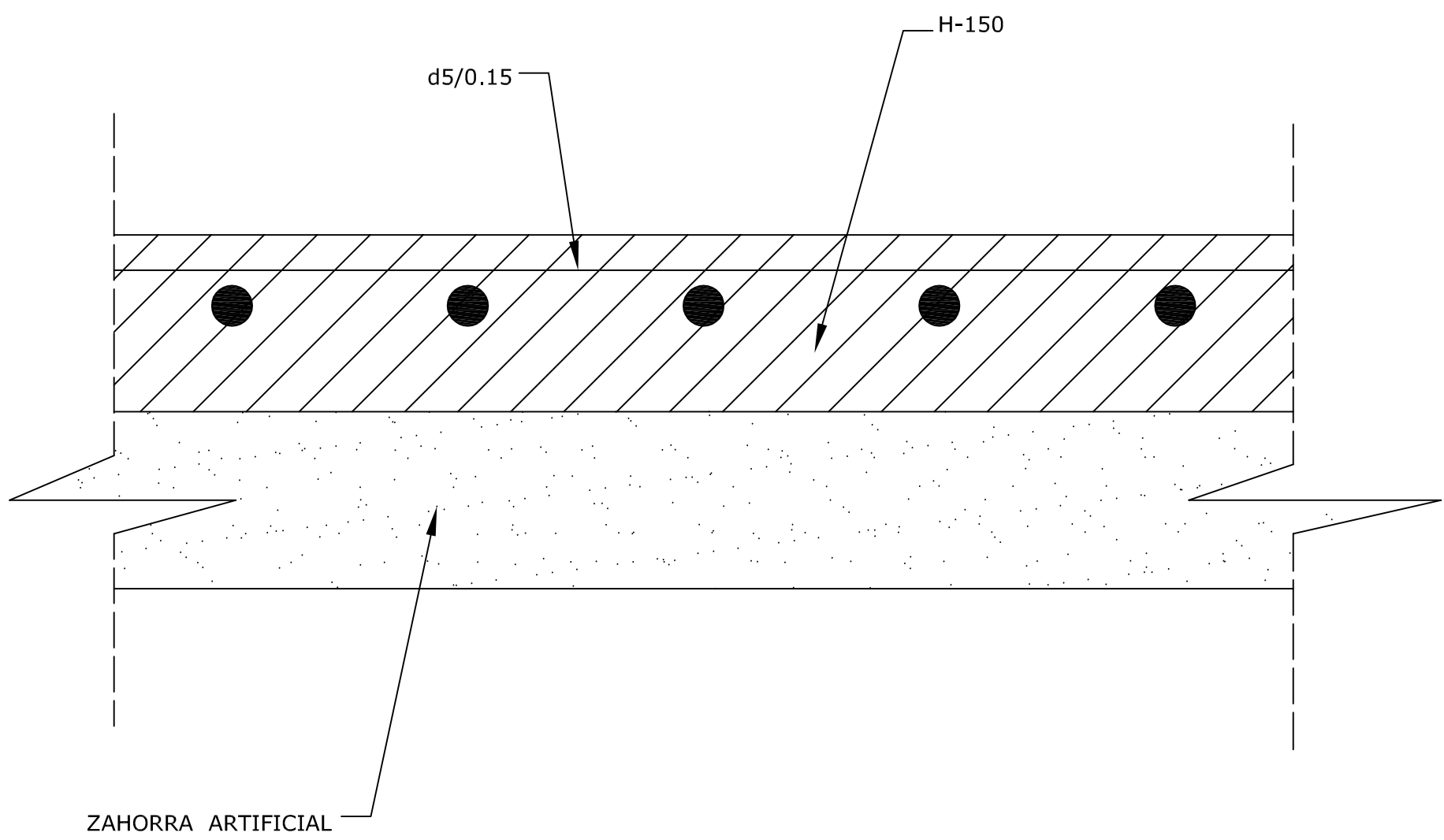
DETALLE ENCUENTRO CUBIERTA CON PARED PILAR TESTERO
SIN ESCALA

PLACA DE ANCLAJE
SIN ESCALA

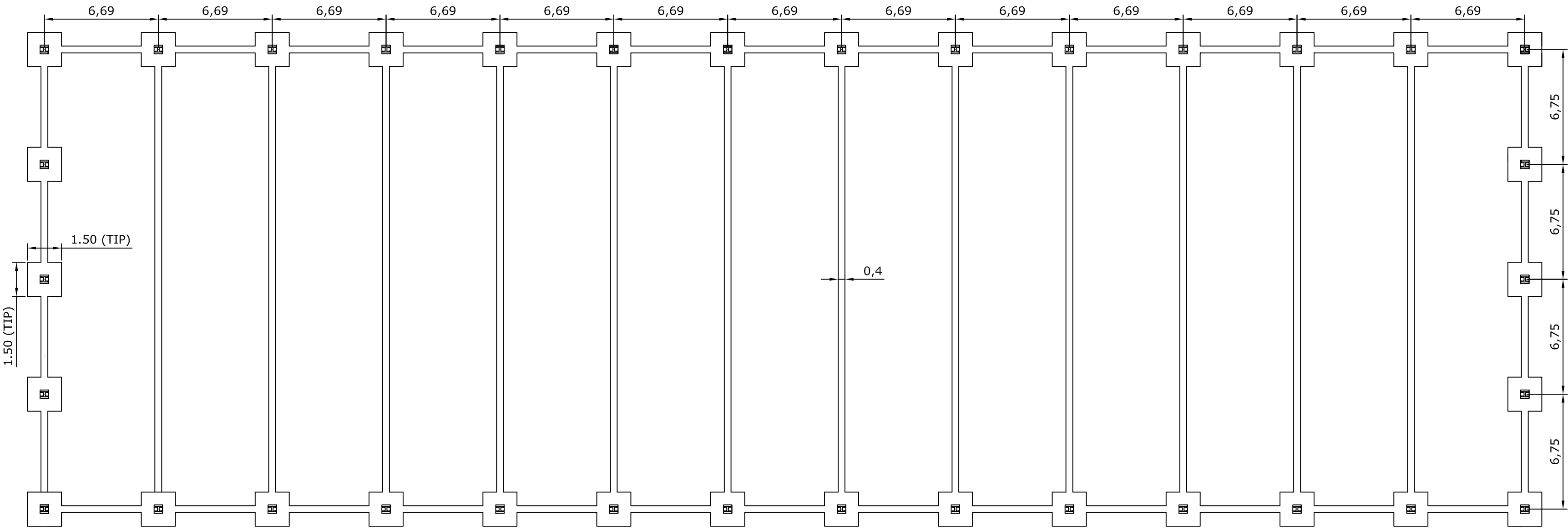
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE PERSPECTIVA ESTRUCTURAL TIPO DETALLES CONSTRUCTIVOS (NAVE DE ALMACENAMIENTO)			Nº PLANO 4 / 12
1 : 1000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



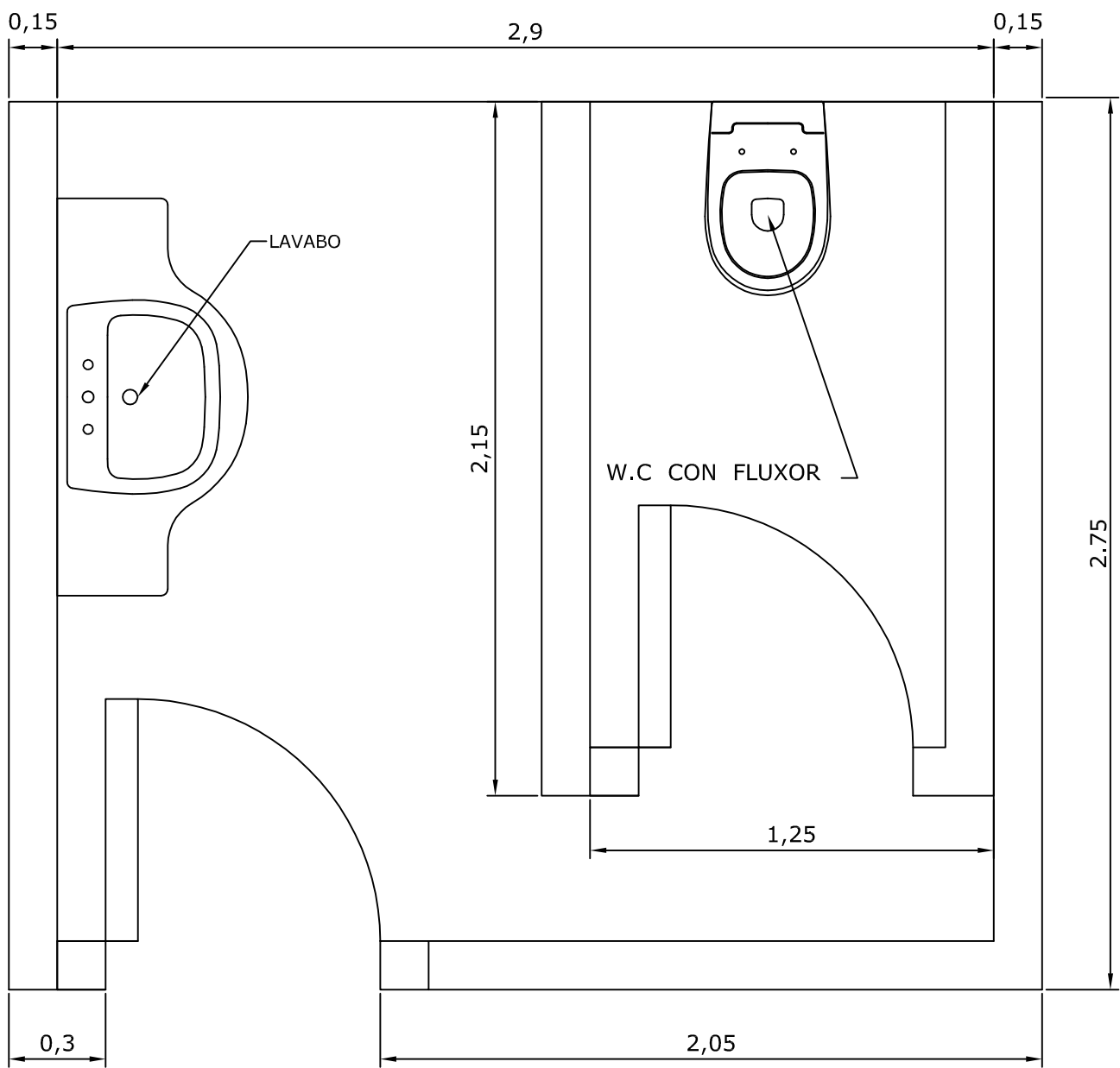
PLANTA DE DISTRIBUCION NAVE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1/200



SOLERA
SIN ESCALA

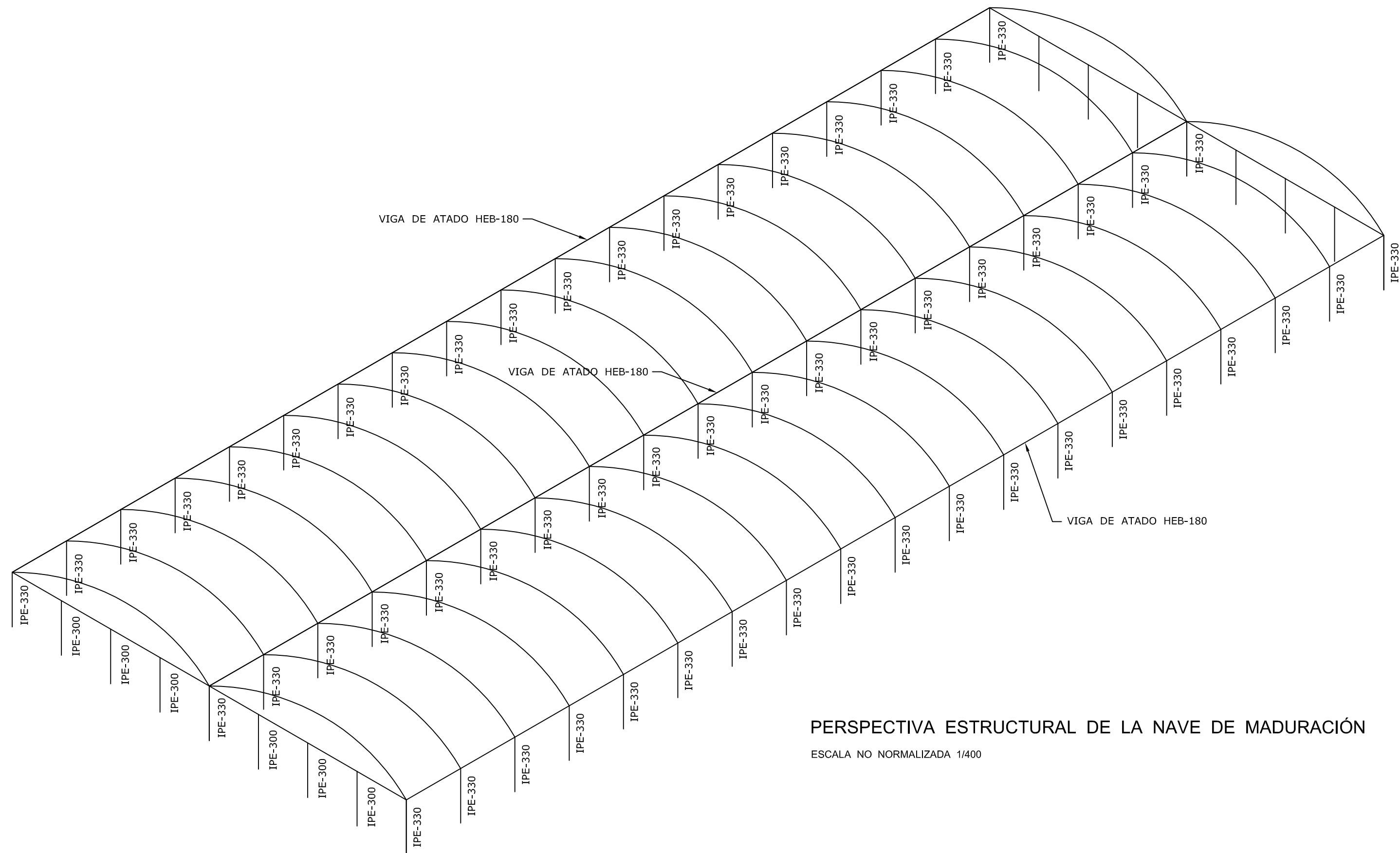


PLANTA DE CIMENTACION NAVE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1/200

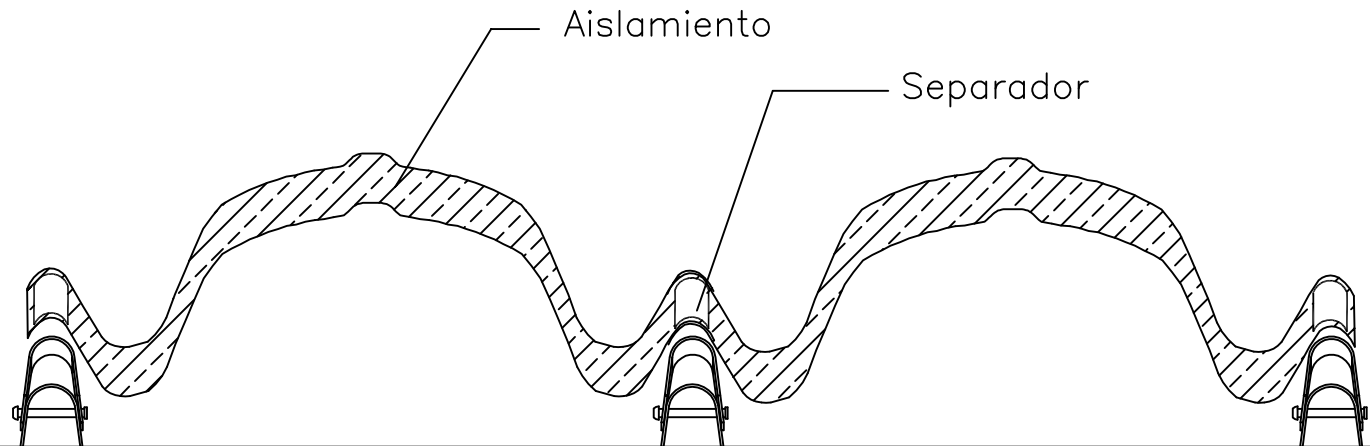


DETALLE DEL SERVICIO NAVE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1/20

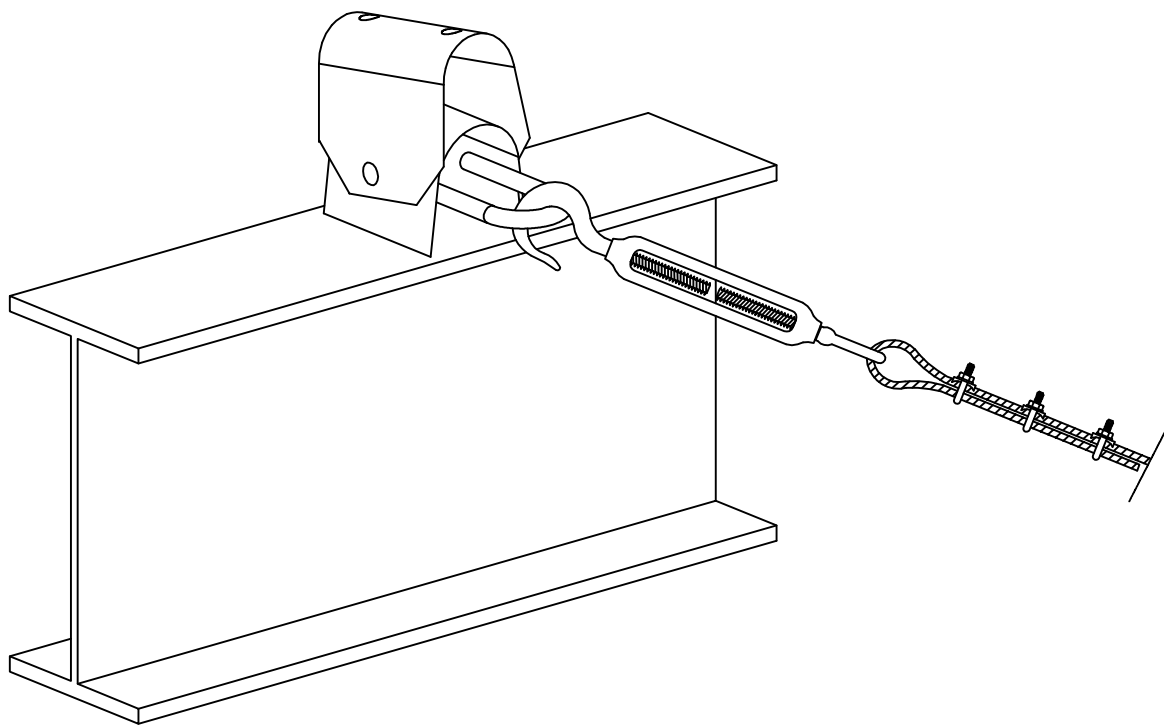
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DISTRIBUCIÓN, CIMENTACIÓN TIPO DETALLES CONSTRUCTIVOS (NAVE DE ALMACENAMIENTO)			Nº PLANO 5 / 12
VARIAS				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



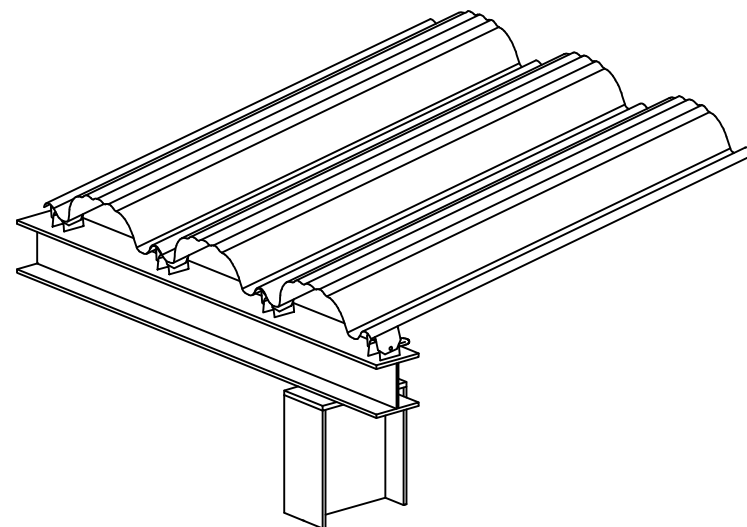
PERSPECTIVA ESTRUCTURAL DE LA NAVE DE MADURACIÓN
ESCALA NO NORMALIZADA 1/400



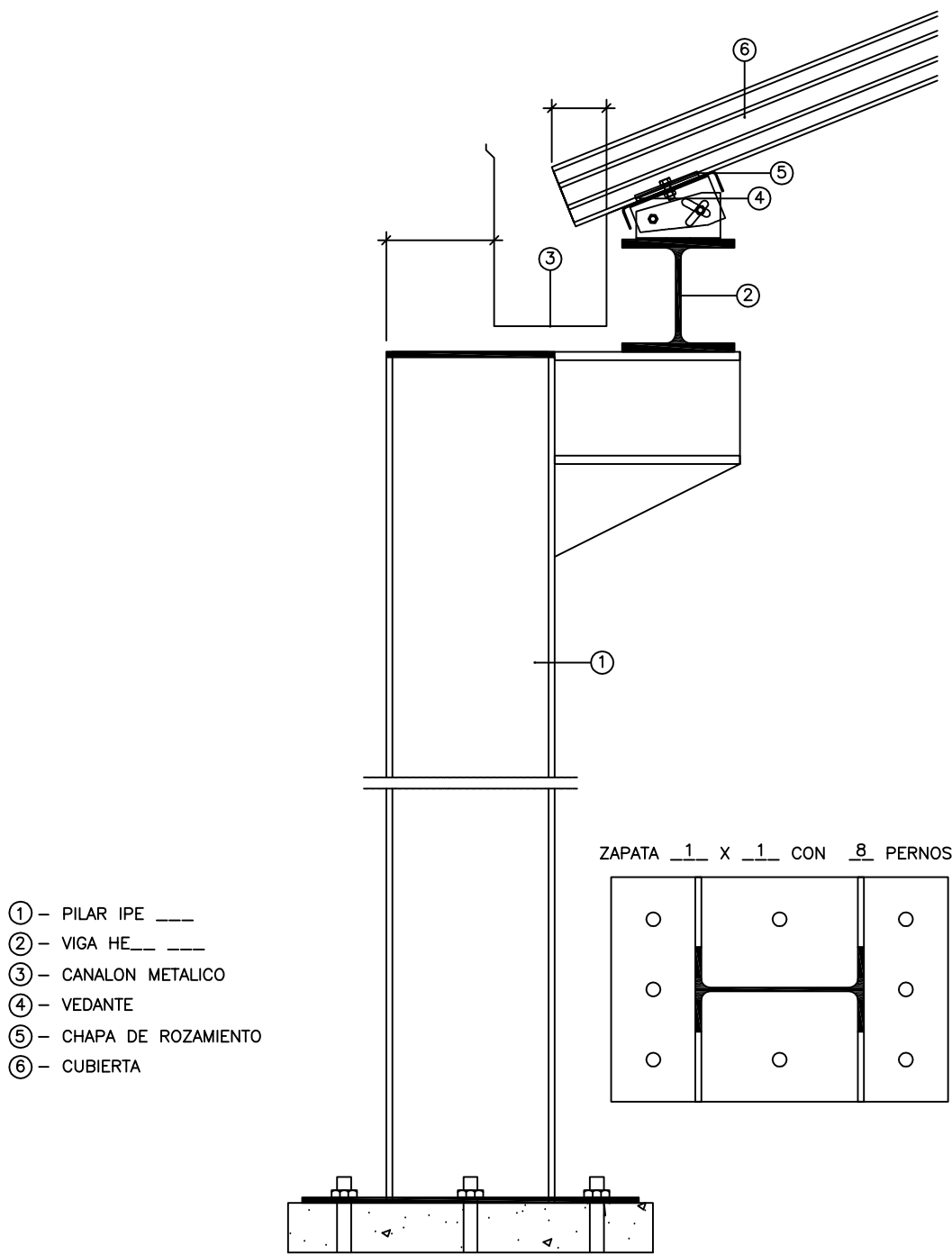
DETALLE CUBIERTA PANEL SANDWICH
SIN ESCALA



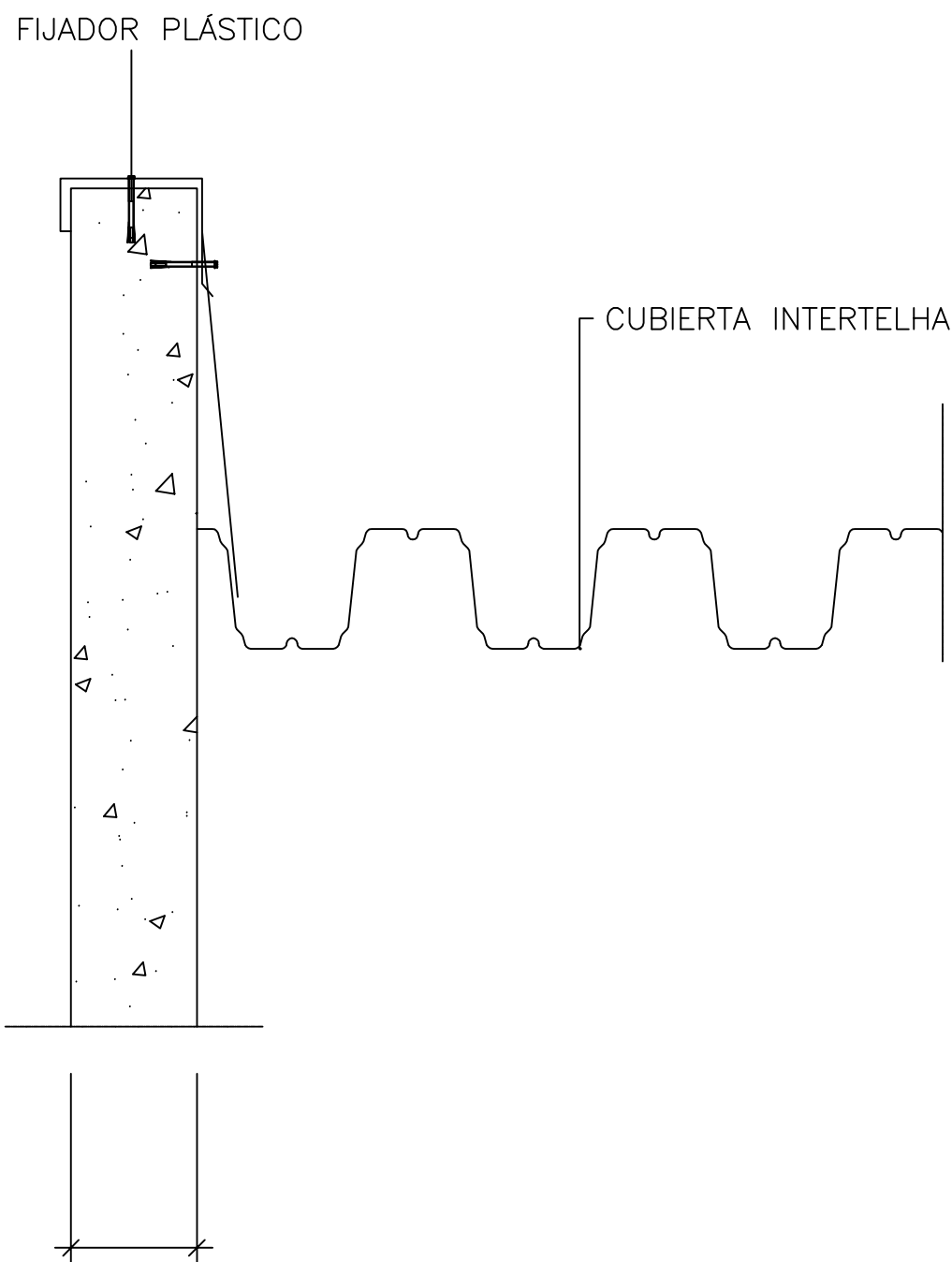
DETALLE DEL DESPIECE DEL CABALLETE
SIN ESCALA



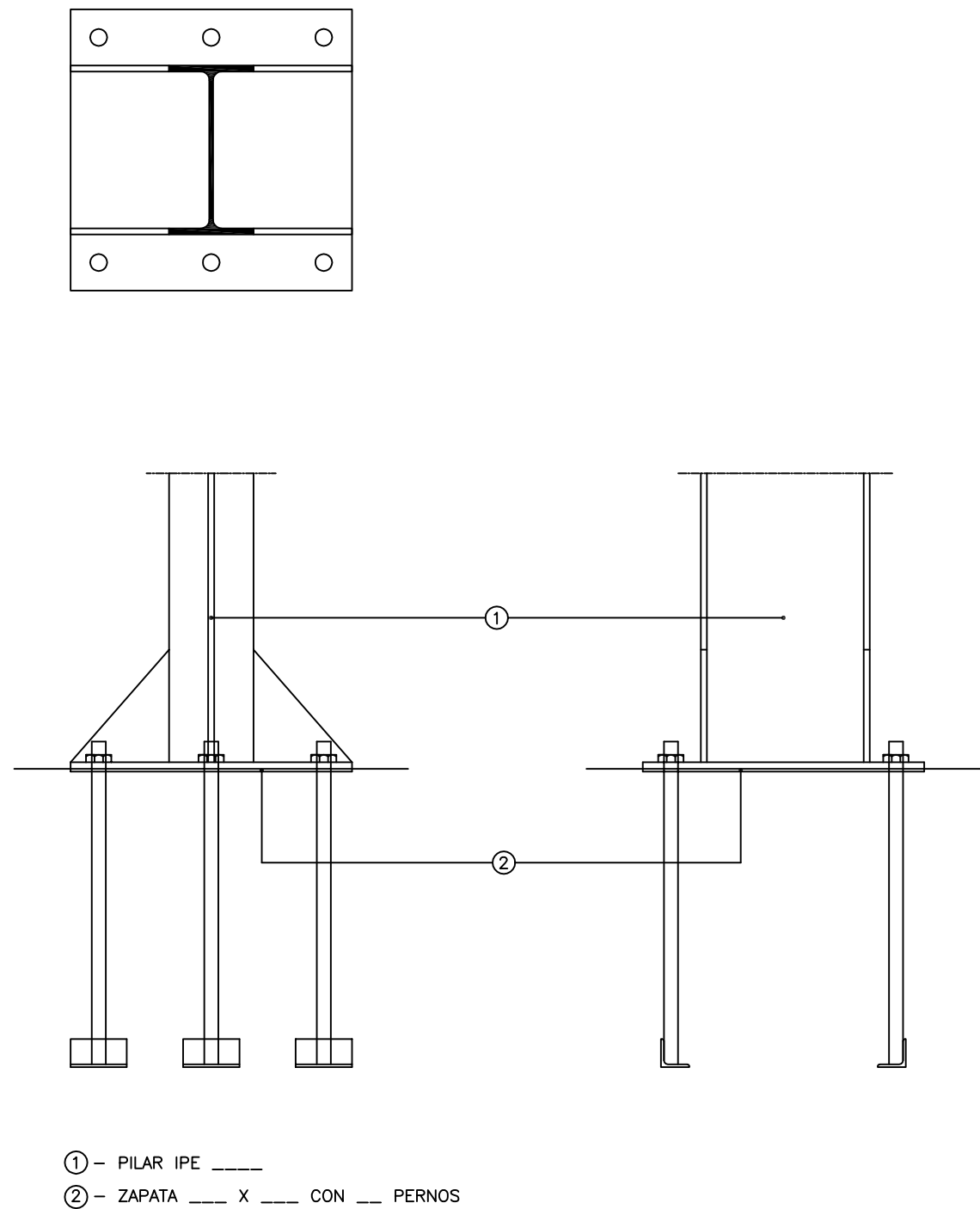
DETALLE EN 3D DE CUBIERTA
SIN ESCALA



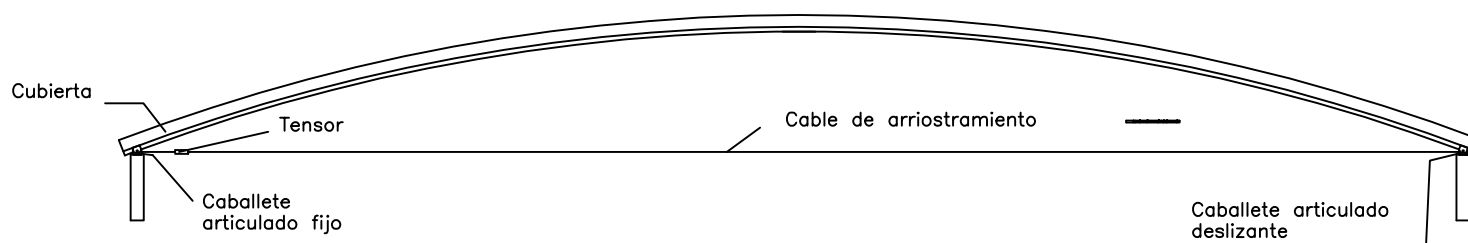
DETALLE COMPLETO PILAR-VIGA-CUBIERTA
SIN ESCALA



DETALLE ENCUENTRO CUBIERTA CON PARED PILAR TESTERO
SIN ESCALA

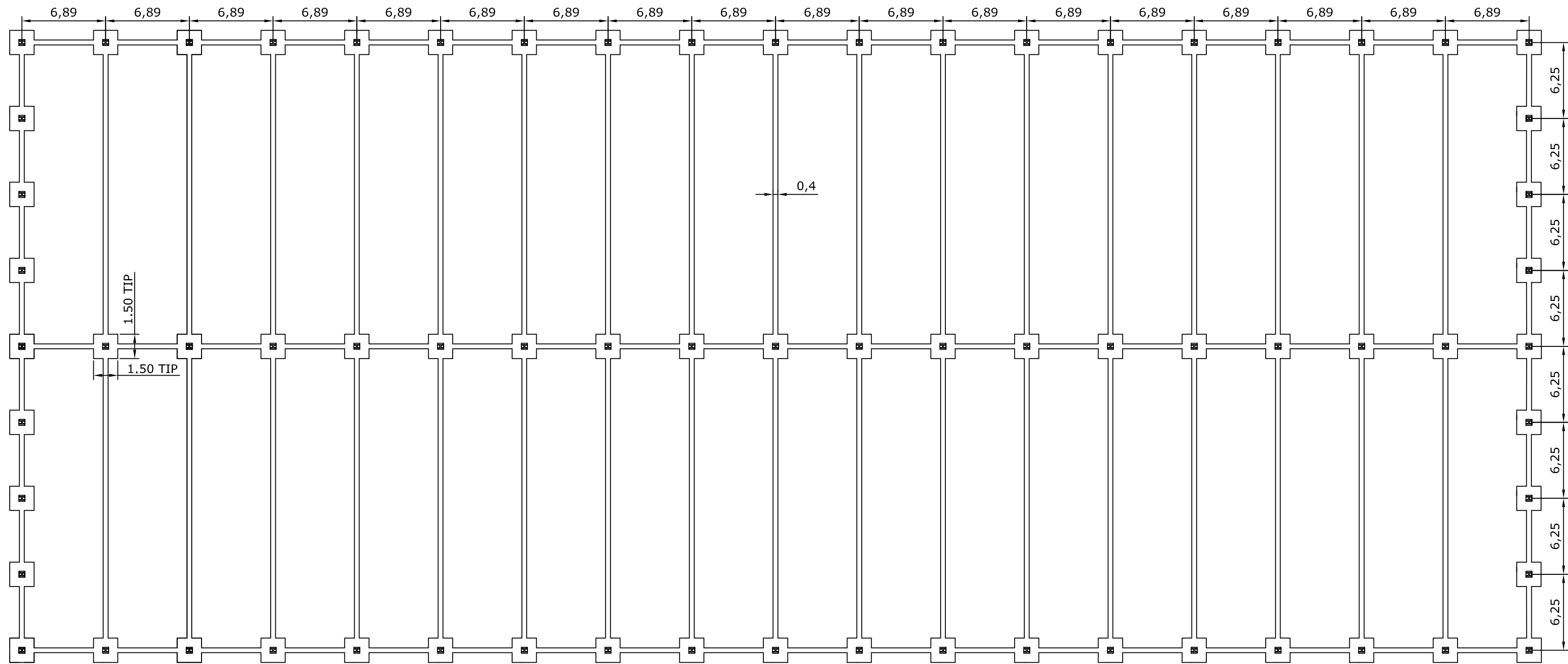


PLACA DE ANCLAJE
SIN ESCALA



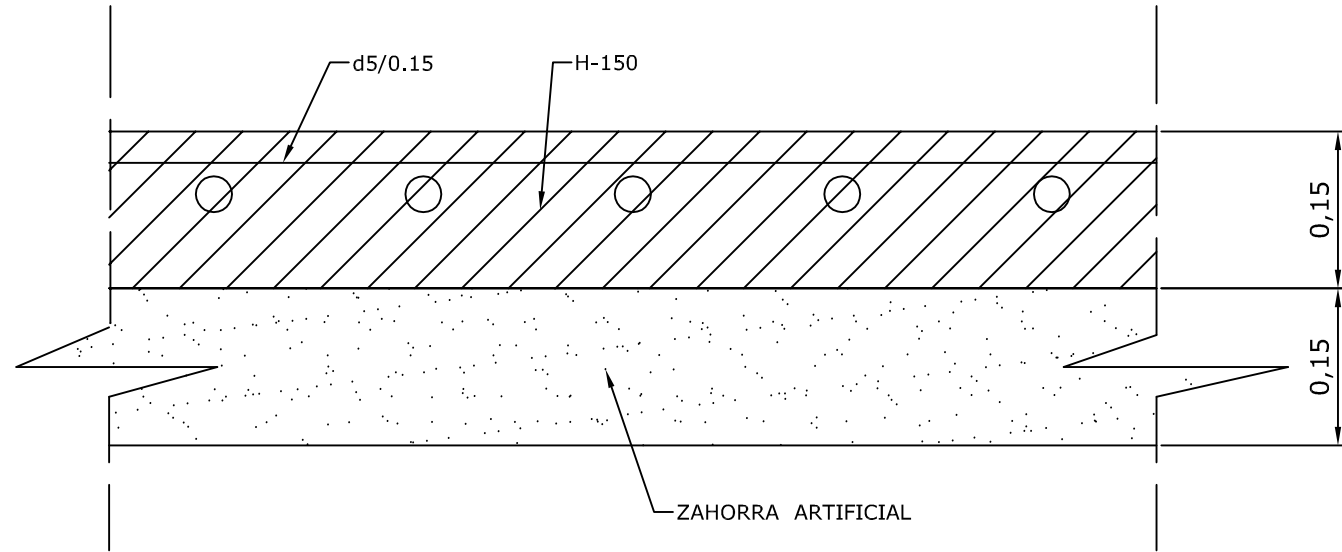
ESQUEMA DE CHAPA Y TIRANTES
SIN ESCALA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES - TRABAJO FIN DE GRADO -
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE PRESPECTIVA ESTRUCTURAL TIPO DETALLES CONSTRUCTIVOS (NAVE DE MADURACIÓN)			Nº PLANO
VARIAS				6 / 12
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



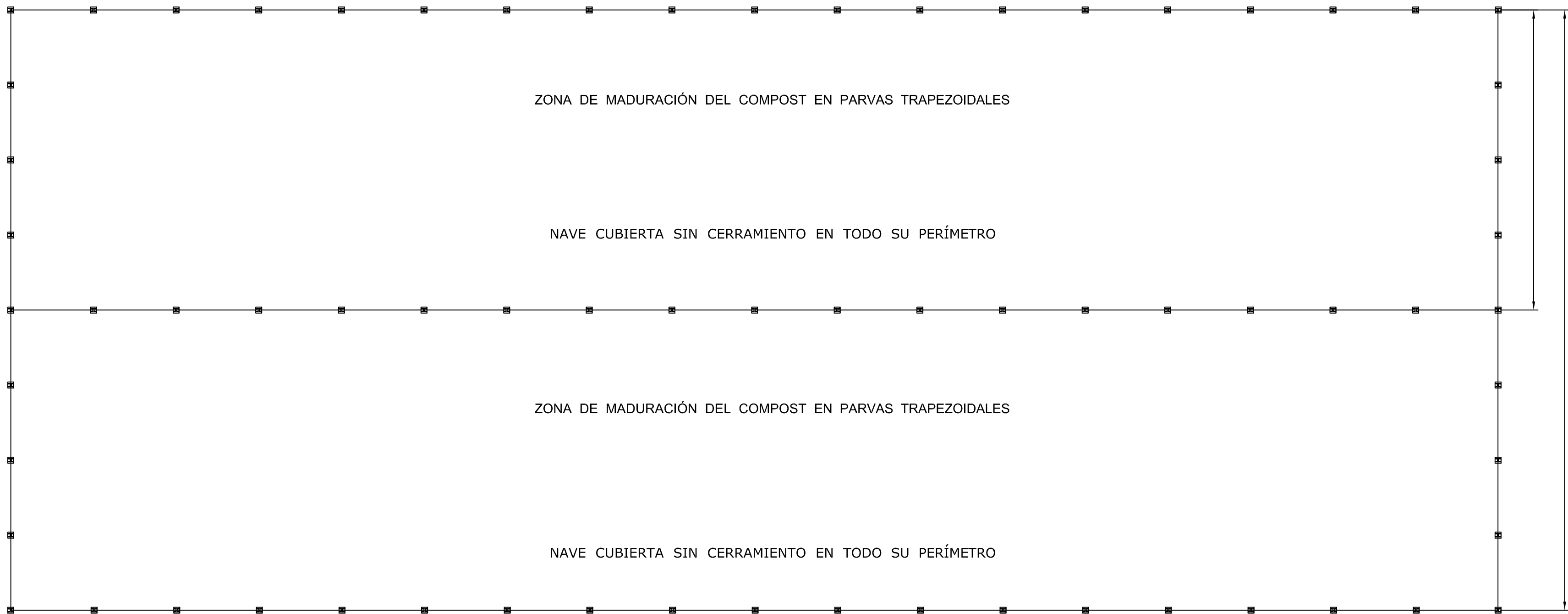
NAVE DE MADURACION. PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESCALA NO NORMALIZADA. 1/300



SOLERA

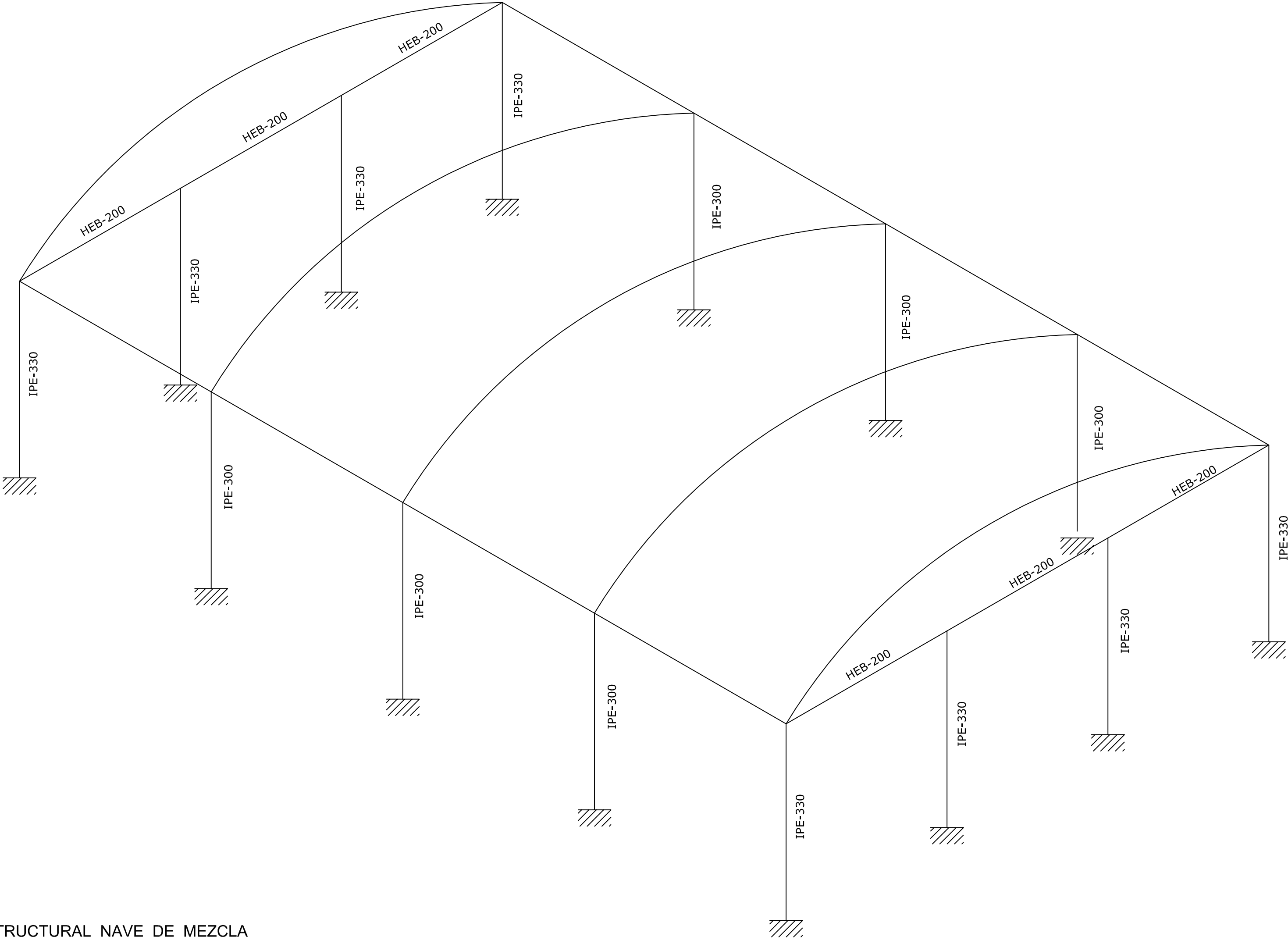
SIN ESCALA



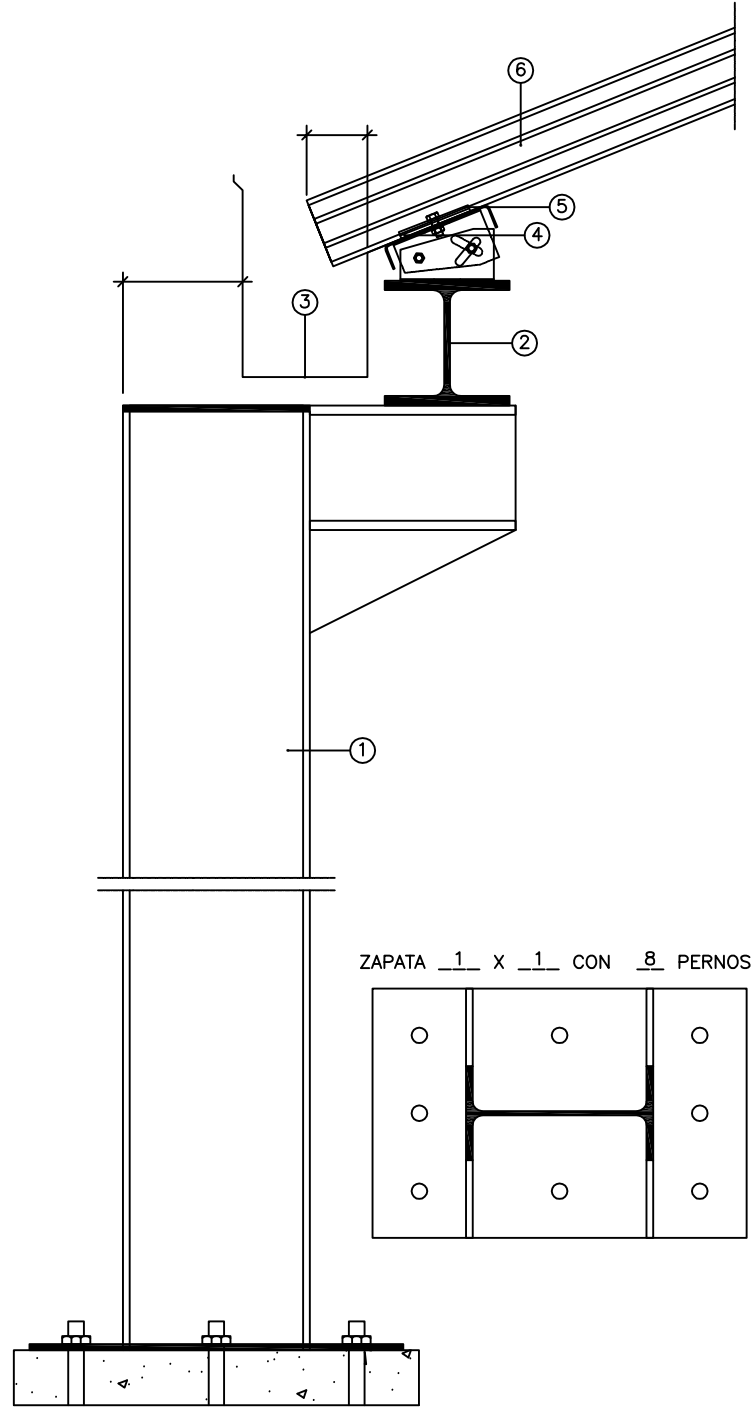
NAVE DE FERMENTACIÓN. DISPOSICIÓN EN PLANTA

ESCALA NO NORMALIZADA. 1/300

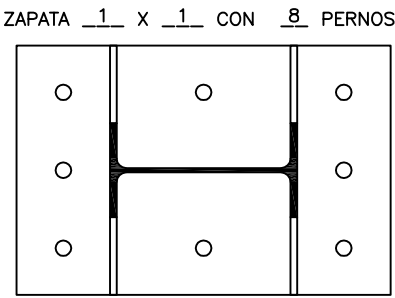
FECHA		NOMBRE		FIRMA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES - TRABAJO FIN DE GRADO -
31/12/17		ALEJANDRO GLEZ				
COMPROBADO						
ESCALA:		DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DISTRIBUCIÓN, CIMENTACIÓN TIPO DETALLES CONSTRUCTIVOS (NAVE DE MADURACIÓN)				Nº PLANO 7 / 12
VARIAS						SUSTITUYE A:
						SUSTITUIDO POR:



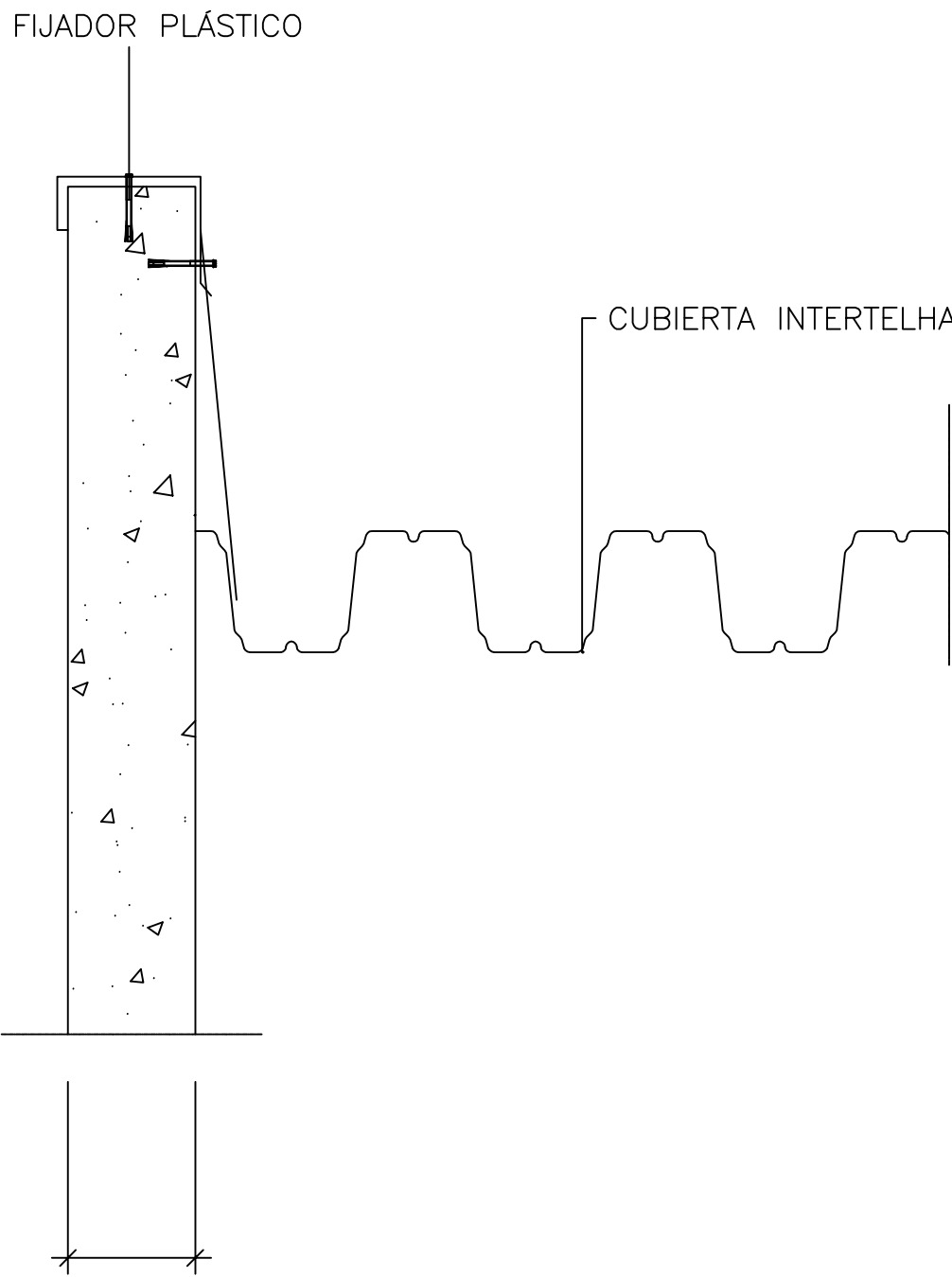
PERSPECTIVA ESTRUCTURAL NAVE DE MEZCLA
ESCALA 1/100



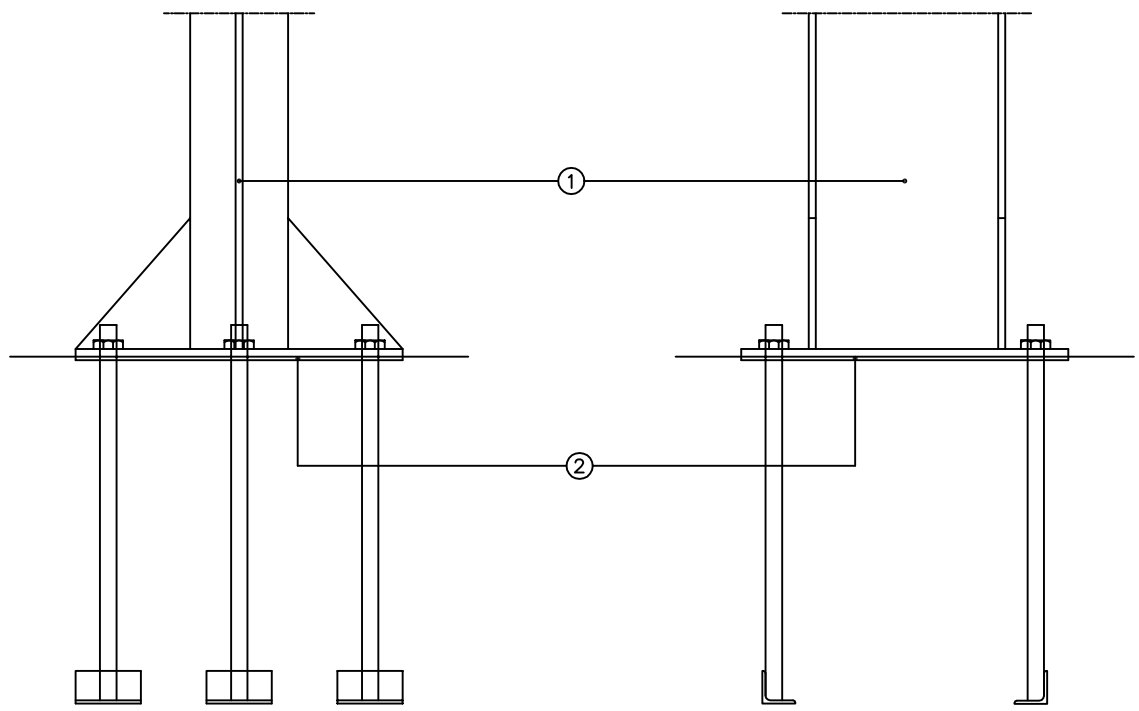
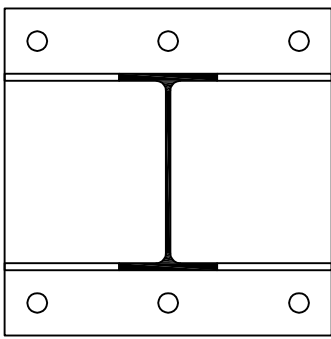
- ① - PILAR IPE
- ② - VIGA HE
- ③ - CANALÓN METÁLICO
- ④ - VEDANTE
- ⑤ - CHAPA DE ROZAMIENTO
- ⑥ - CUBIERTA



DETALLE COMPLETO PILAR-VIGA-CUBIERTA
SIN ESCALA

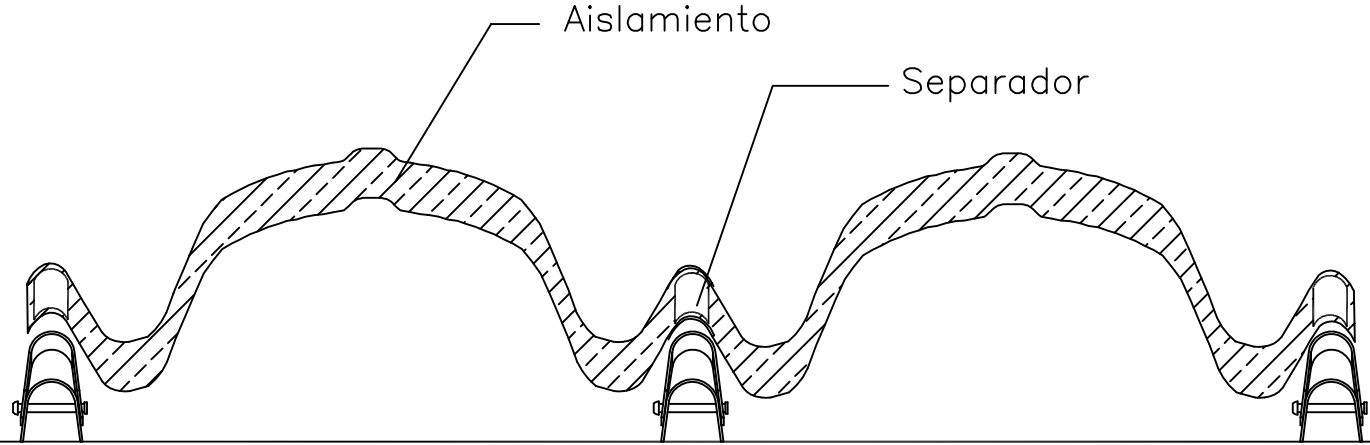


DETALLE ENCUENTRO CUBIERTA CON PARED PILAR TESTERO
SIN ESCALA

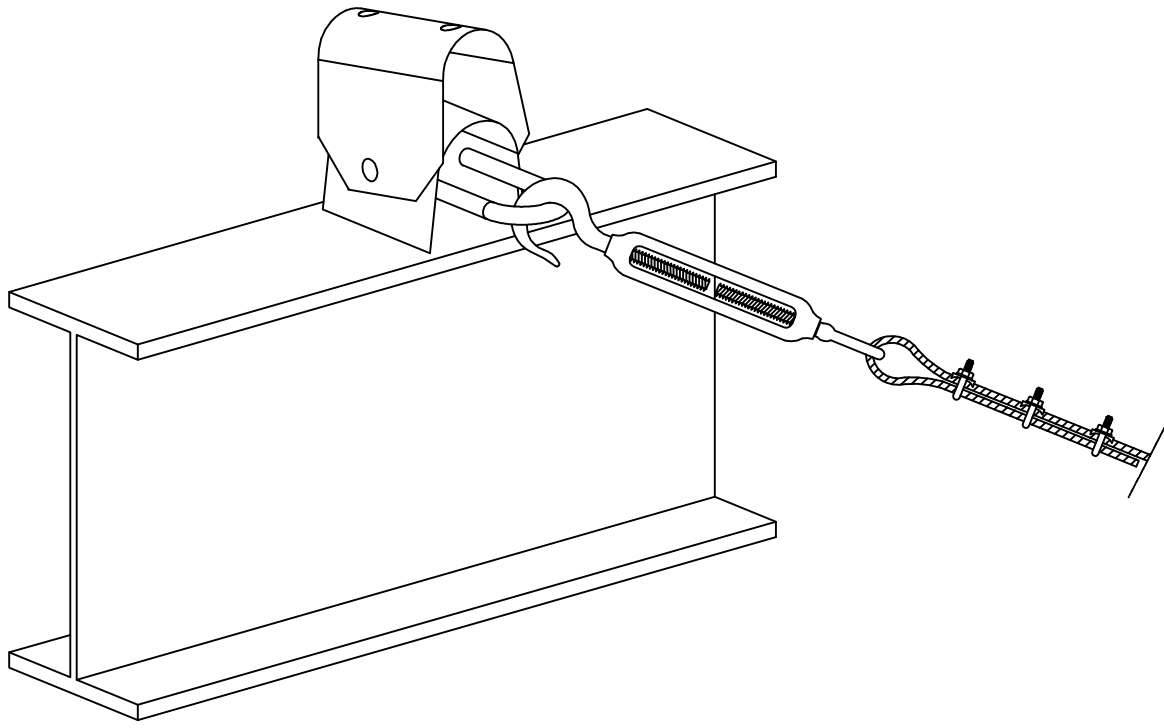


- ① - PILAR IPE
- ② - ZAPATA 1 x 1 CON 8 PERNOS

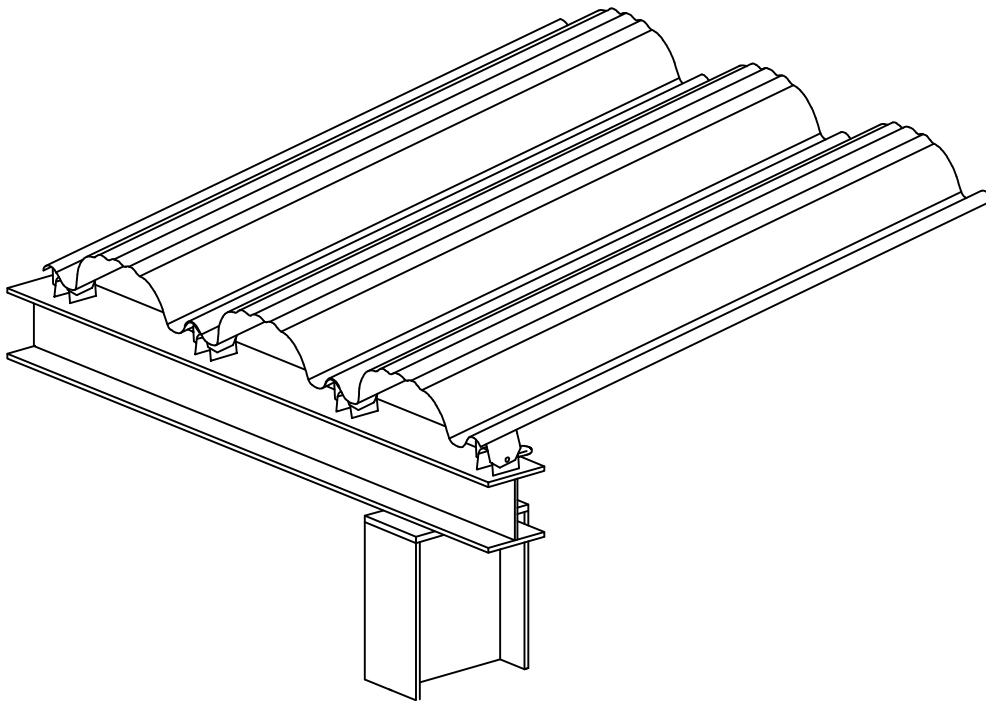
PLACA DE ANCLAJE
SIN ESCALA



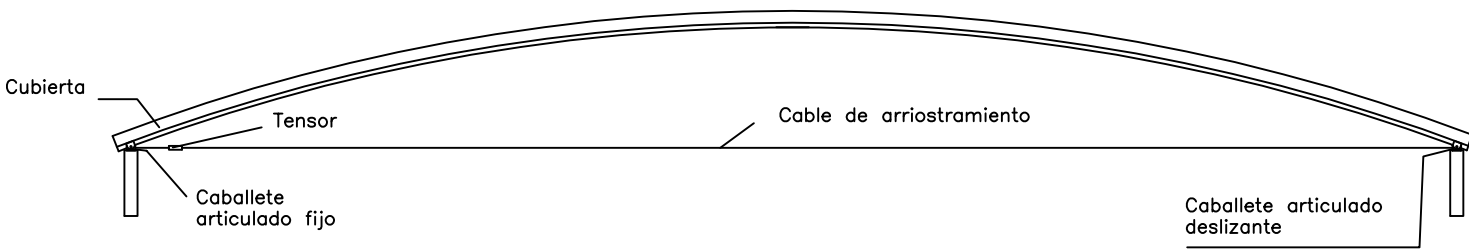
DETALLE CUBIERTA PANEL SANDWICH
SIN ESCALA



DETALLE DEL DESPIECE DEL CABALLETE
SIN ESCALA

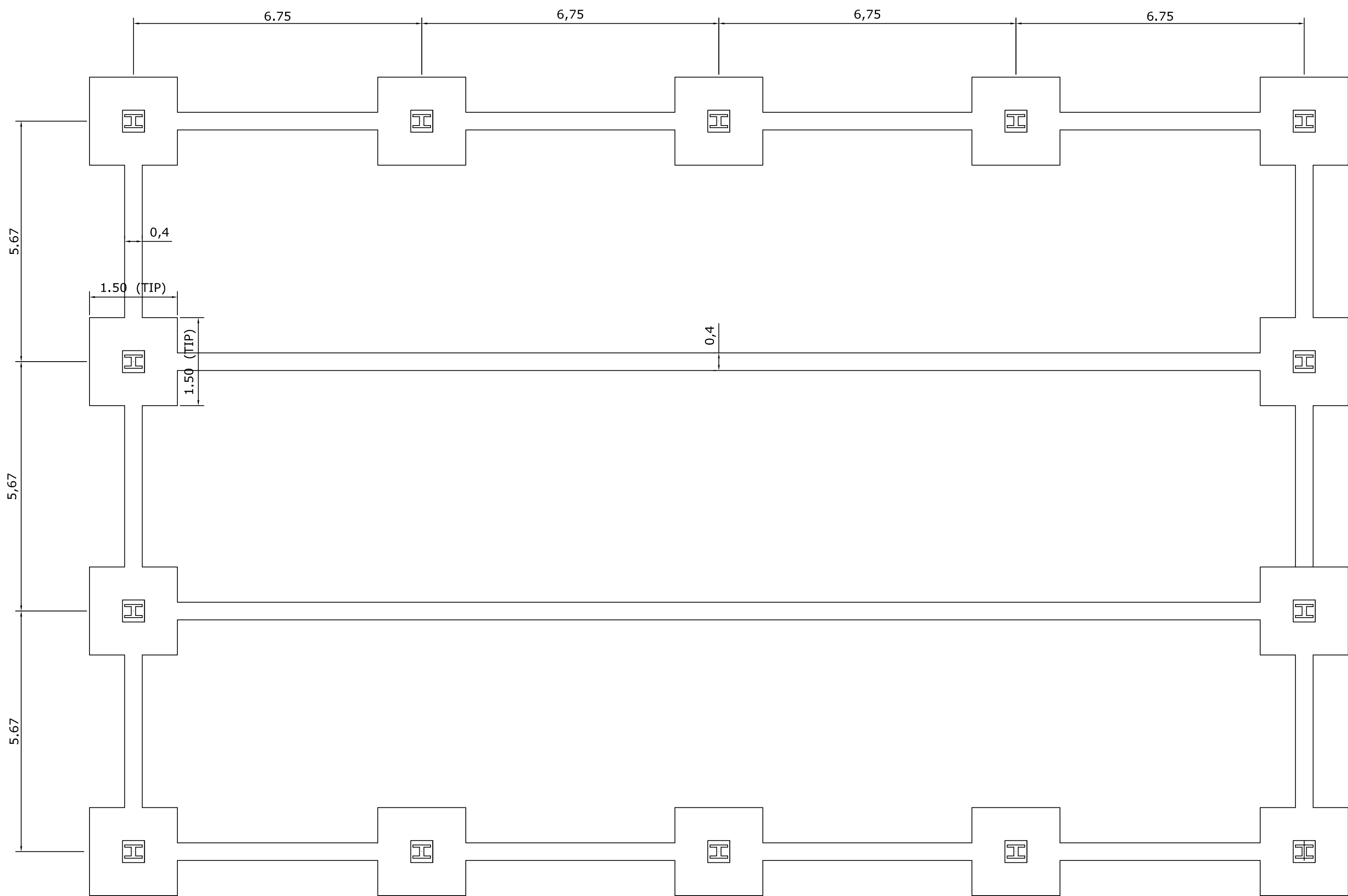


DETALLE EN 3D DE CUBIERTA
SIN ESCALA

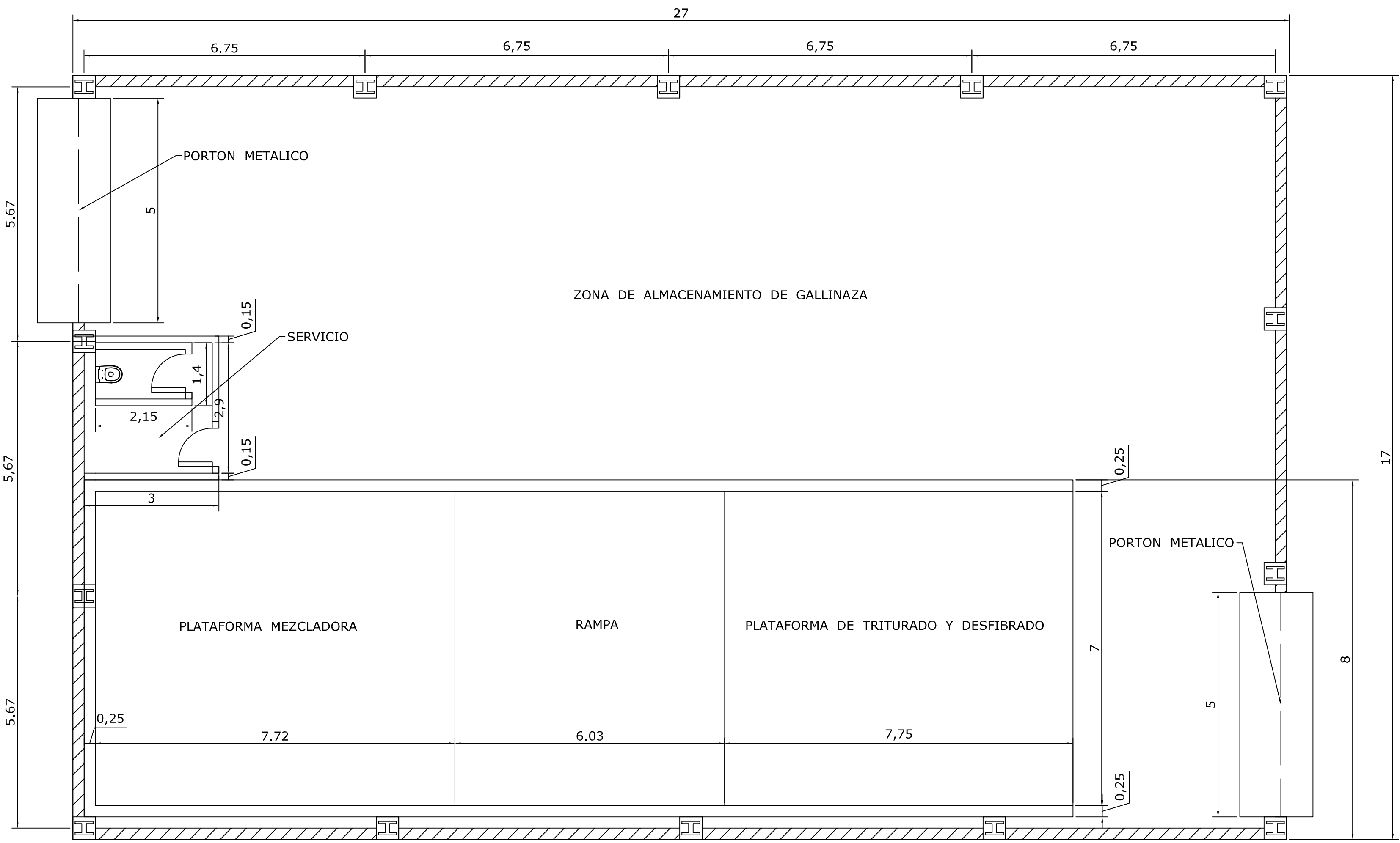


ESQUEMA DE CHAPA Y TIRANTES
SIN ESCALA

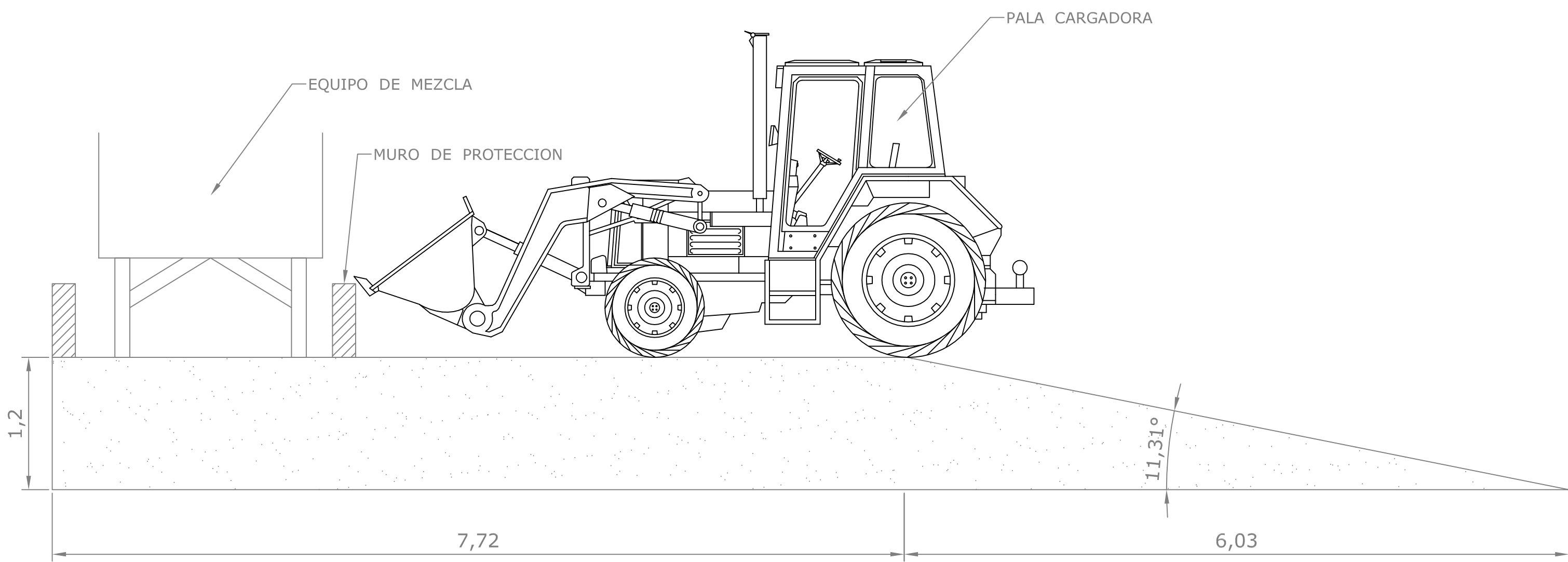
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
COMPROBADO				
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE			Nº PLANO
VARIAS	PRESPECTIVA ESTRUCTURAL TIPO			8 / 12
	DETALLES CONSTRUCTIVOS			SUSTITUYE A:
	(NAVE DE MEZCLA)			SUSTITUIDO POR:



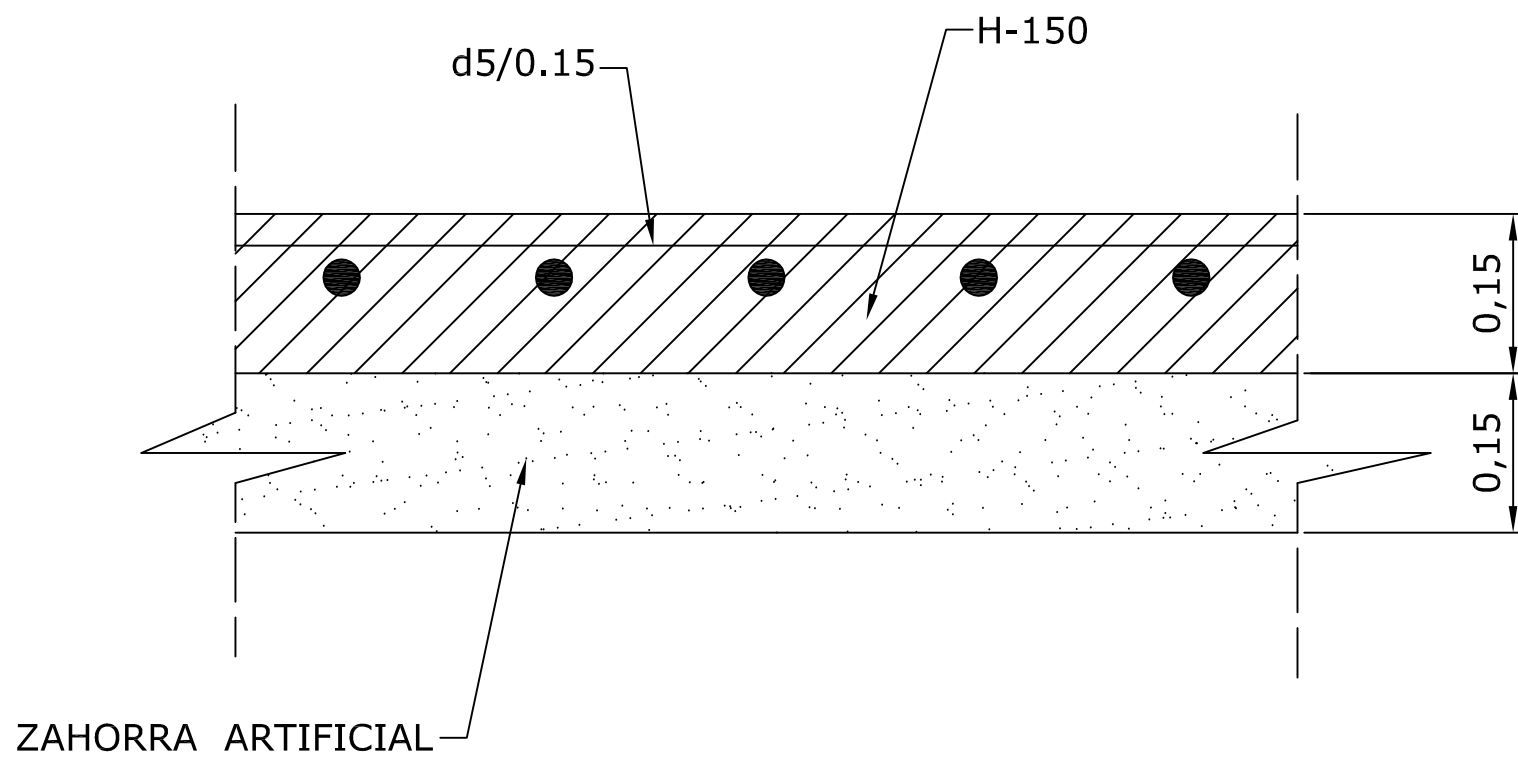
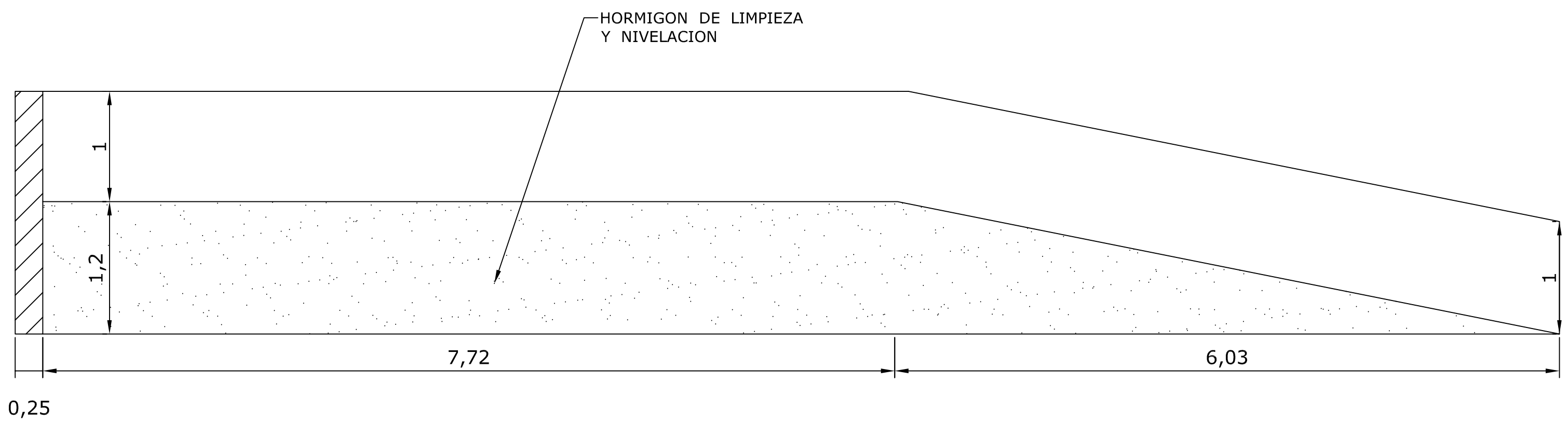
PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1/100



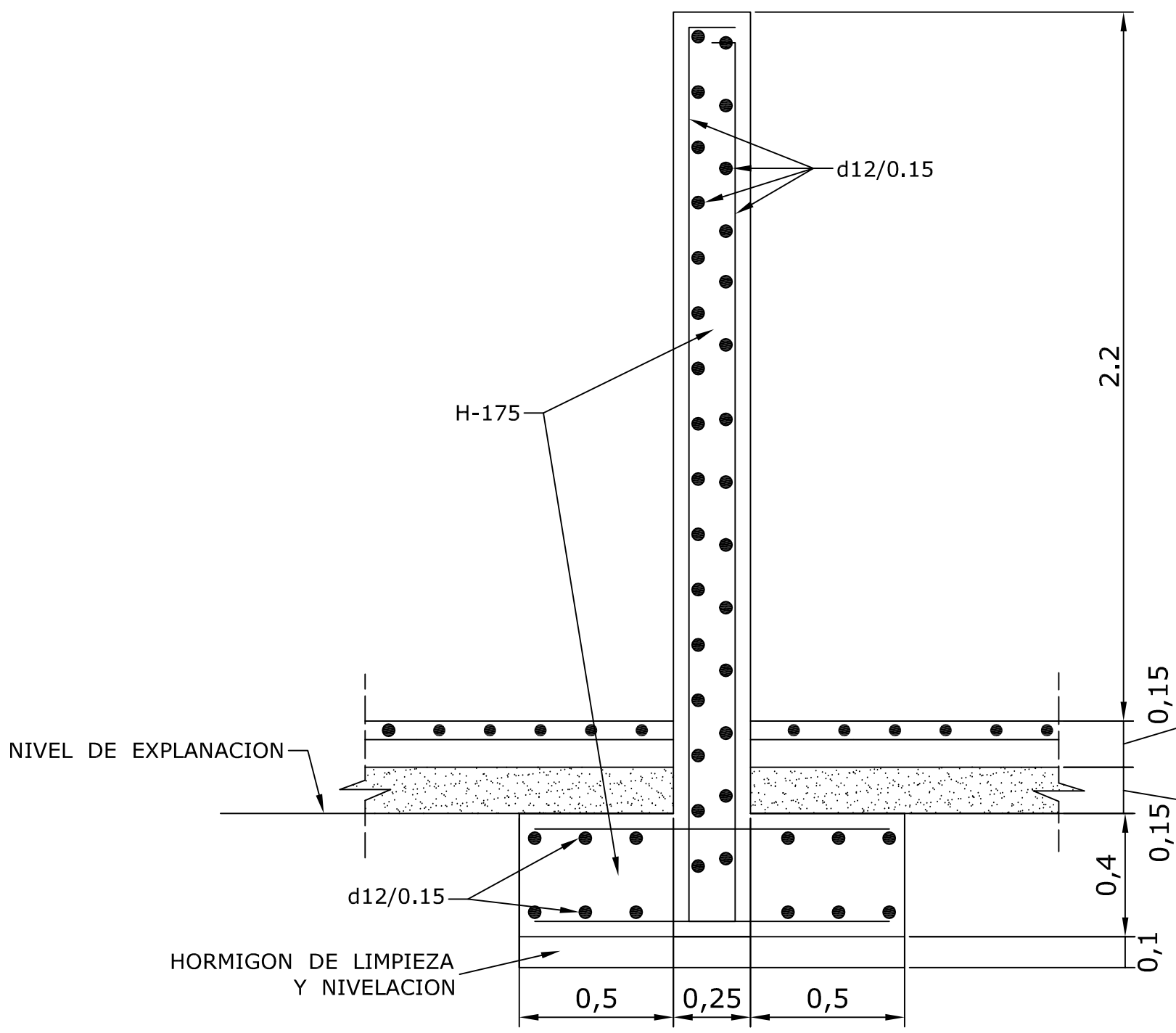
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NAVE DE MEZCLA
ESCALA 1/10



PLATAFORMA DE MEZCLA Y ACCESO RAMPA
ESCALA 1/50

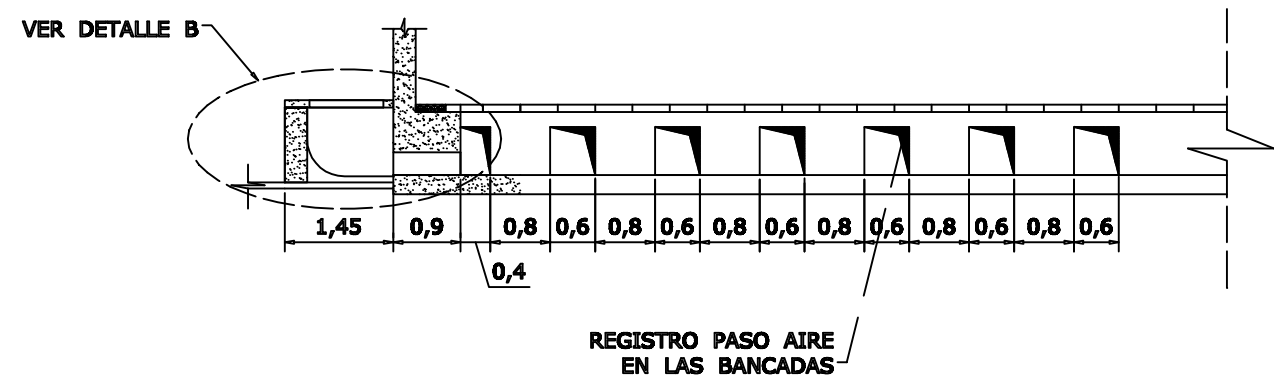


SOLERA
ESCALA 1/10



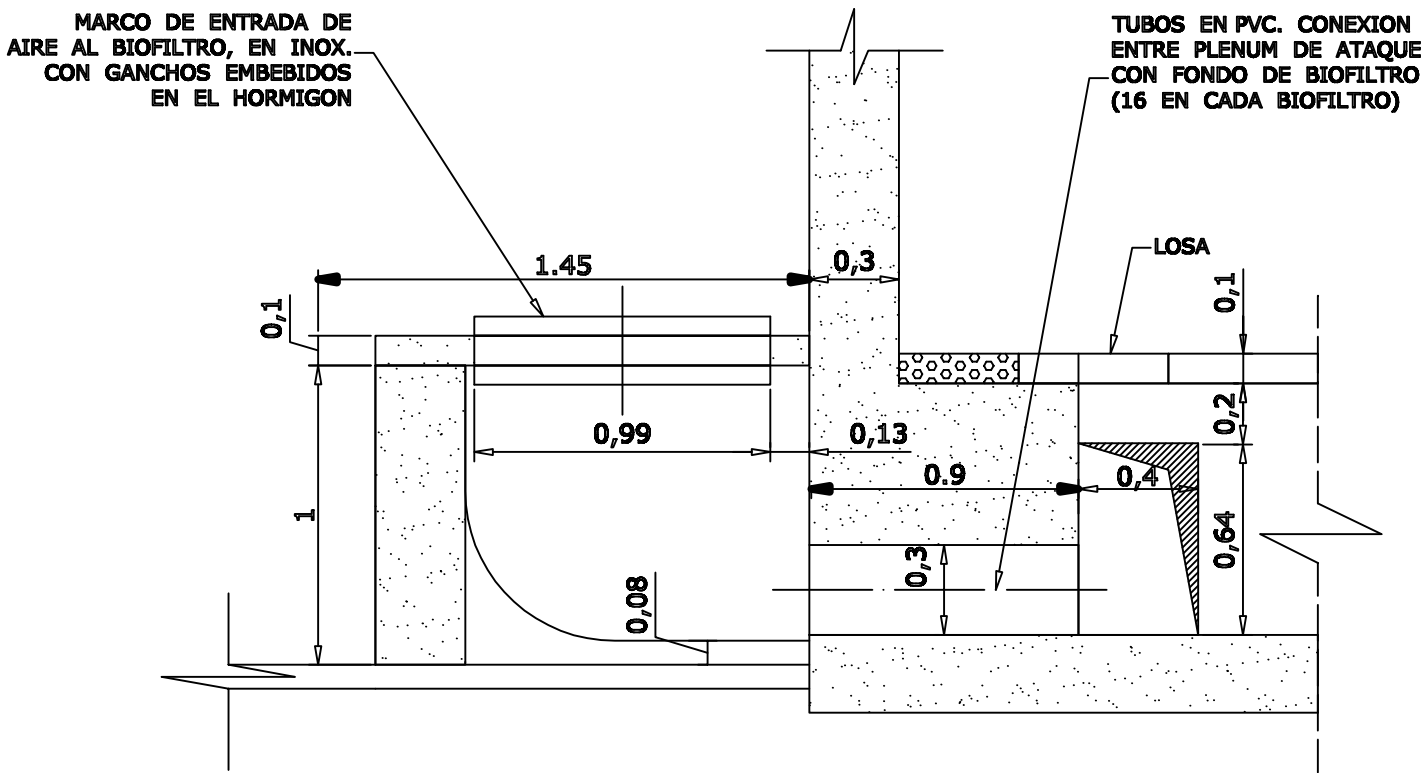
DETALLE TIPICO MUROS
PLATAFORMA MEZCLADORA
ESCALA 1/25

DIBUJADO		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
COMPROBADO		31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
ESCALA:		DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DISTRIBUCIÓN, CIMENTACIÓN TIPO DETALLES CONSTRUCTIVOS (NAVE DE MEZCLA)			Nº PLANO
VARIAS					9 / 12
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



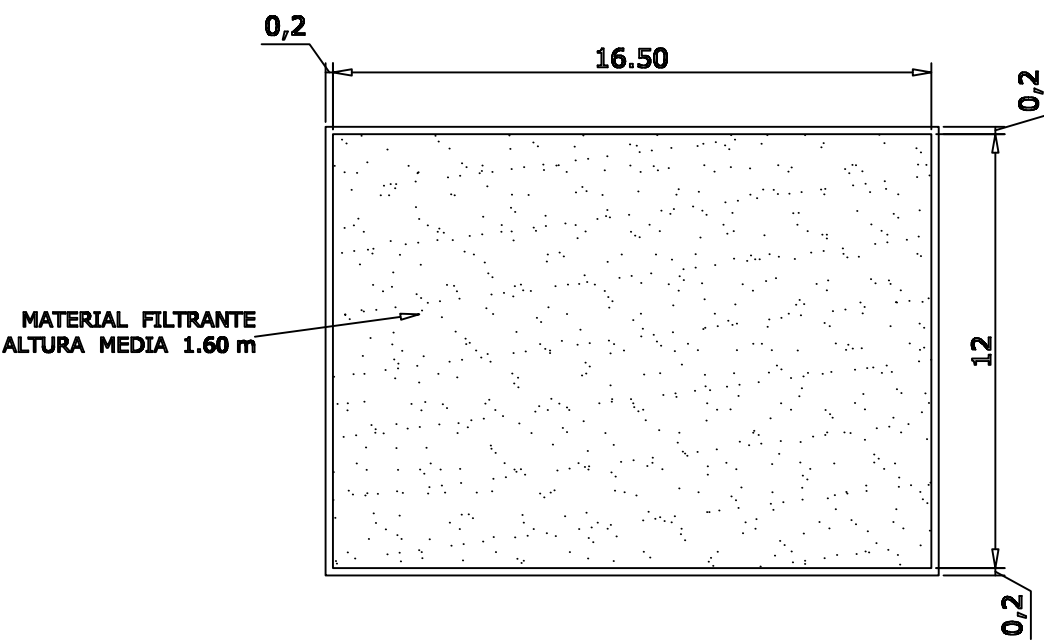
BIOFILTRO SECCION LONGITUDINAL. DETALLE

ESCALA 1/100



DETALLE B. PLENUM DE ATAQUE AL BIOFILTRO

ESCALA 1/25



PLANTA DEL BIOFILTRO

ESCALA 1/200

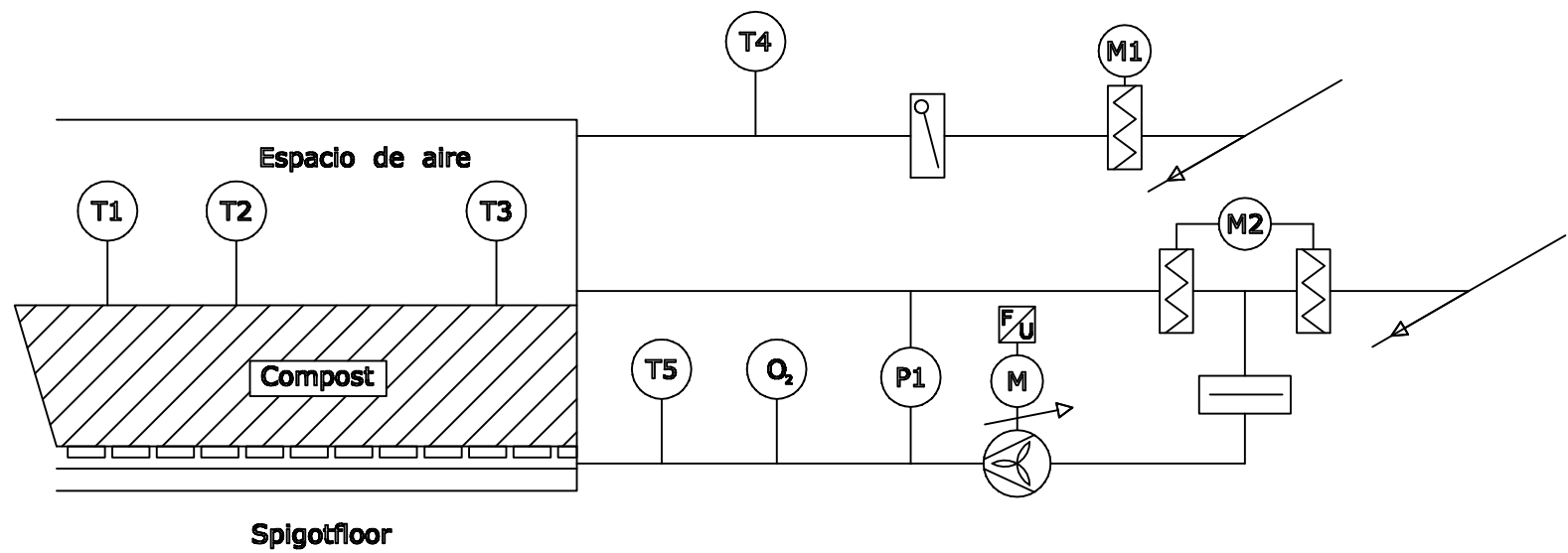
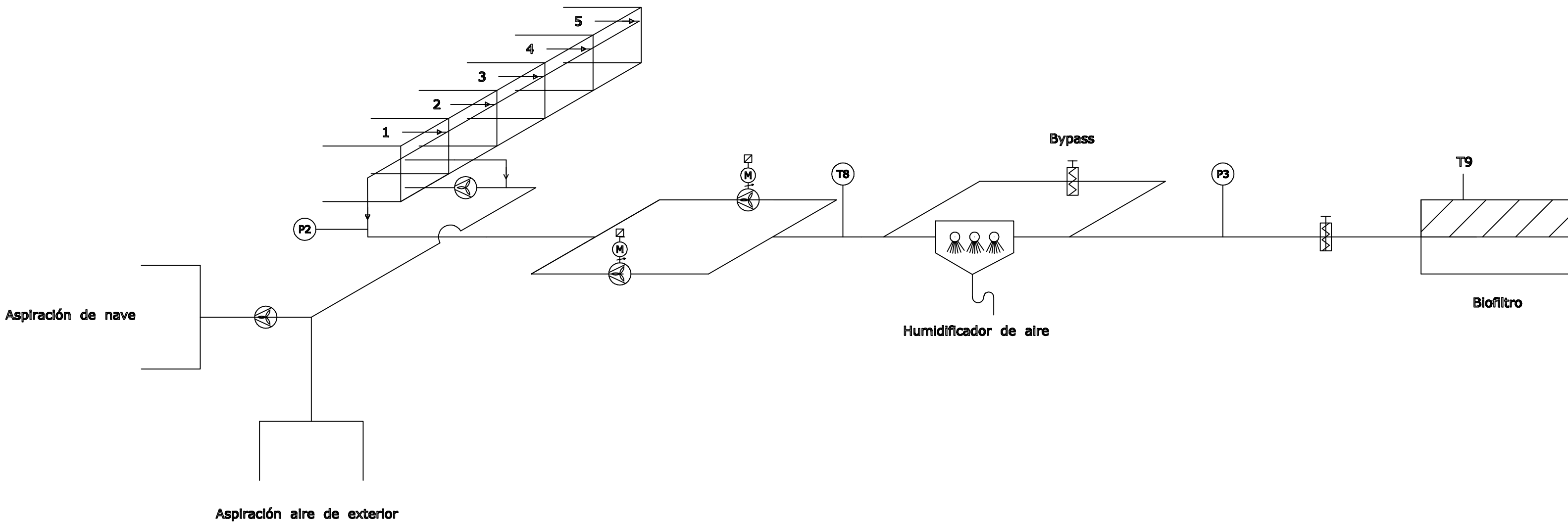


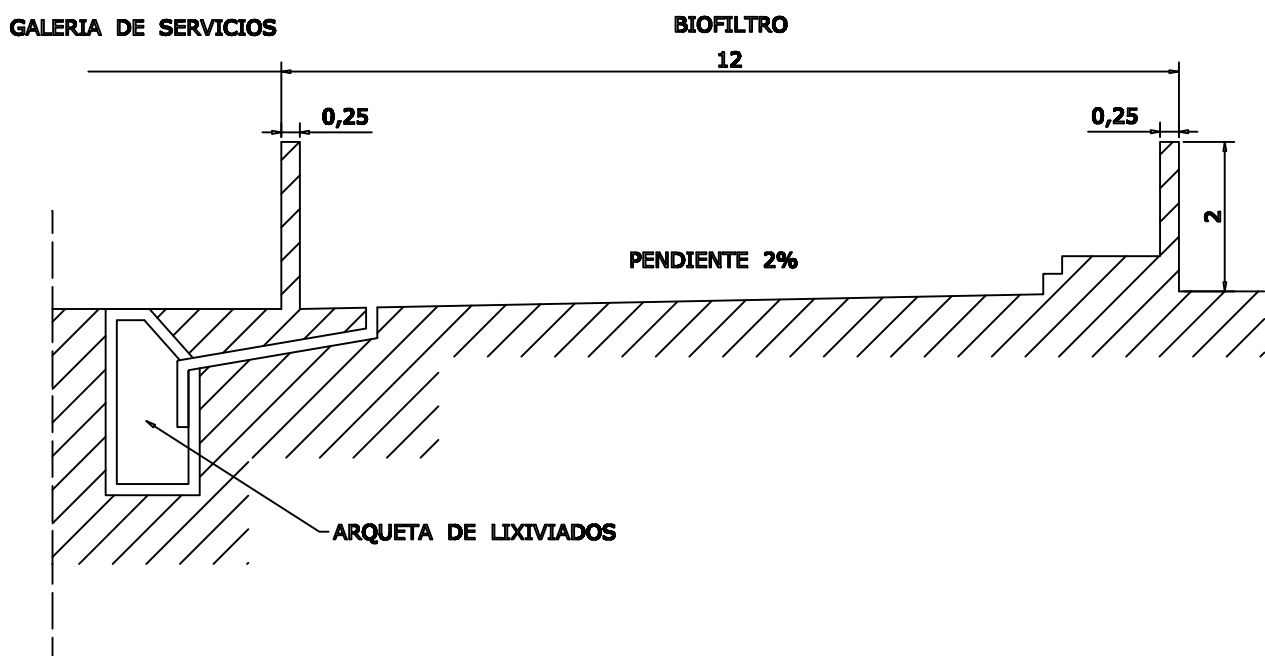
DIAGRAMA DE PROCESOS DE GASES

SIN ESCALA



SECCION TUNEL

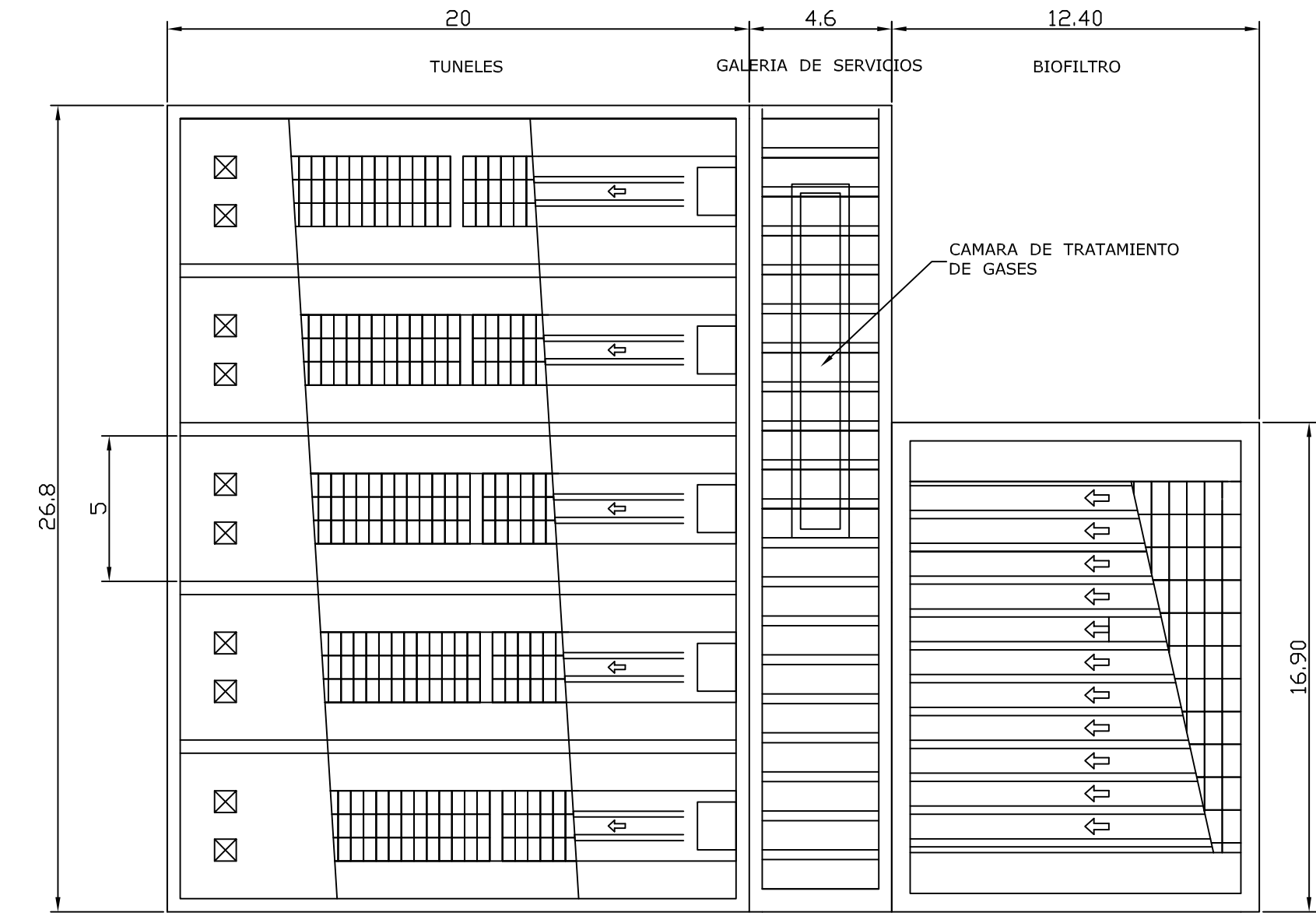
SIN ESCALA



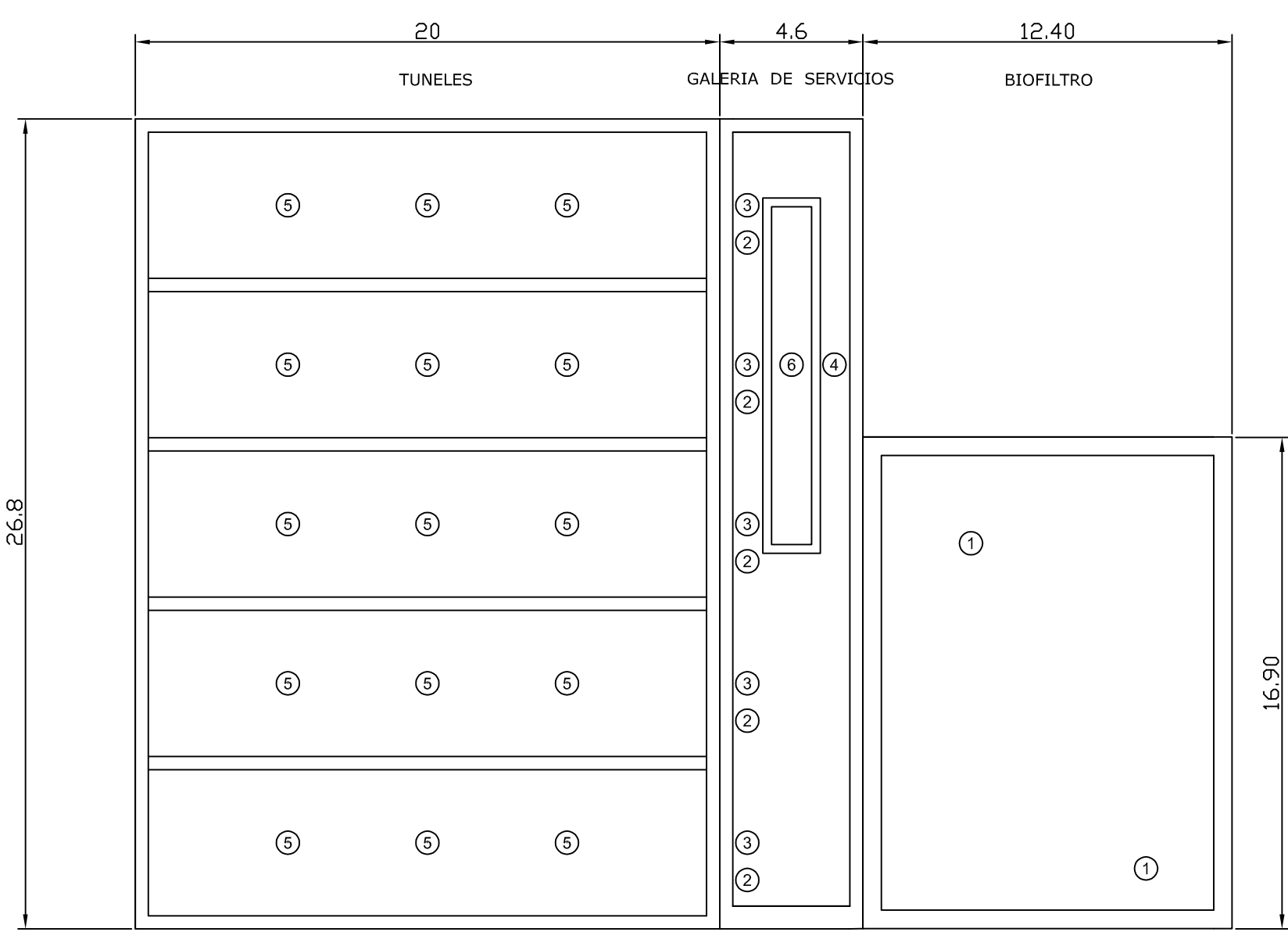
SECCION LONGITUDINAL DE BIOFILTRO

ESCALA 1/100

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-		
DIBUJADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ				
COMPROBADO						
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE			Nº PLANO		
VARIAS	DETALLES CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO			10 / 12		
SUSTITUYE A:						
SUSTITUIDO POR:						

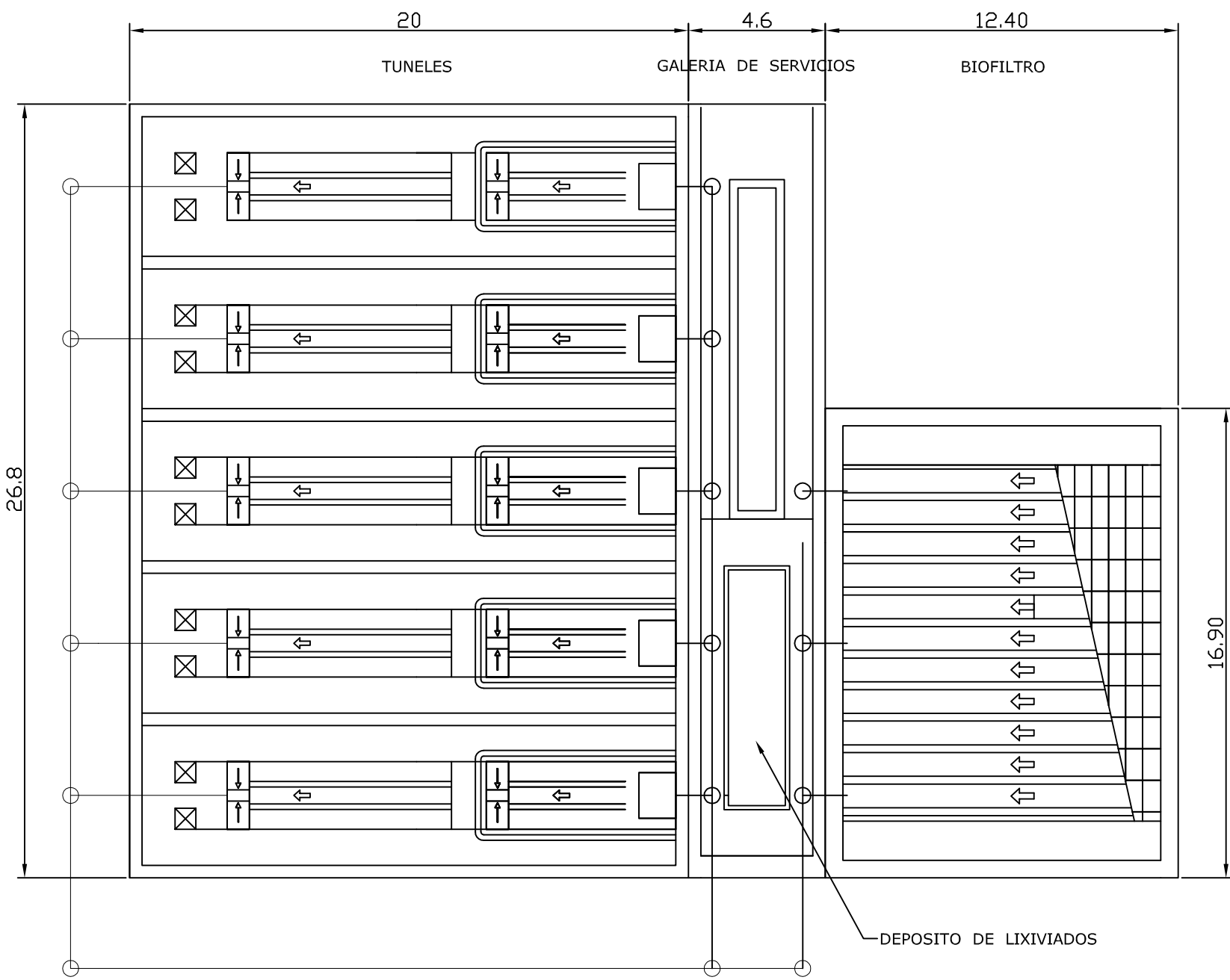


PLANTA DE LOSAS Y TABICAS (CIRCULACION DE GASES)
ESCALA 1/200

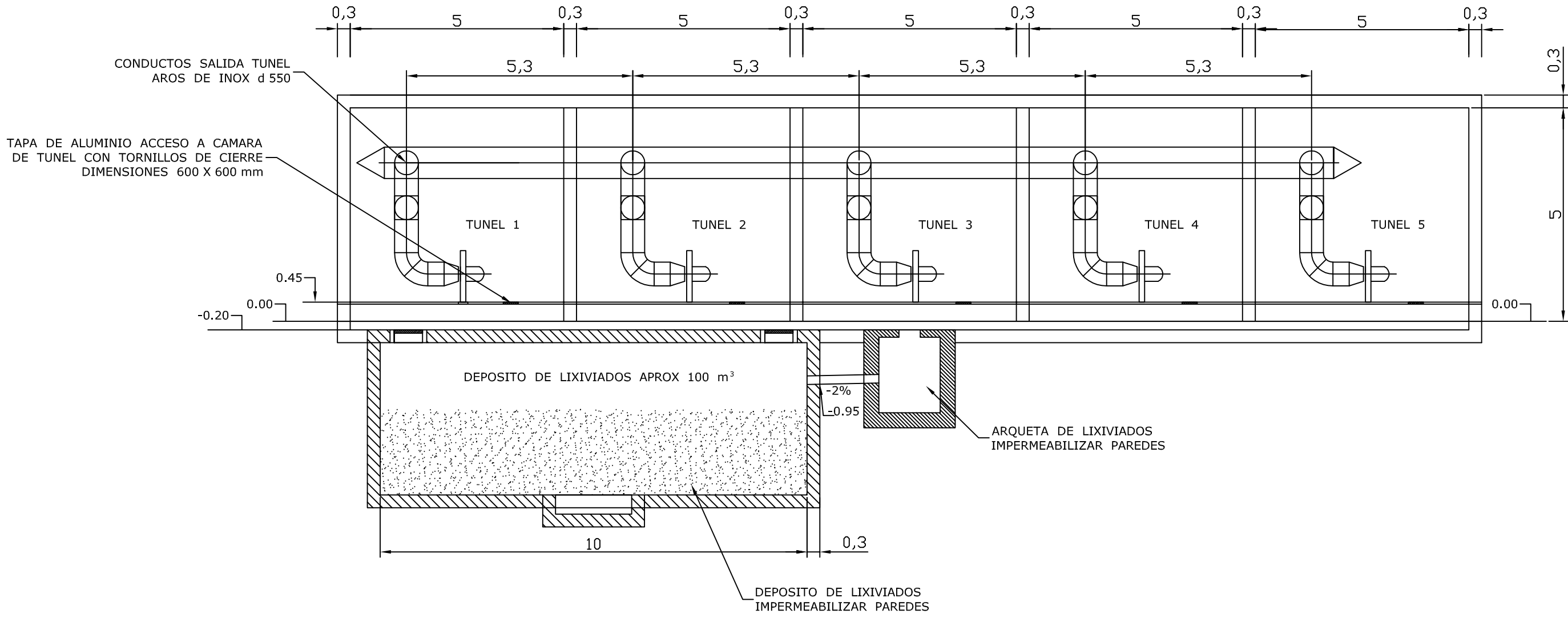


PLANTA SONDAS
ESCALA 1/200

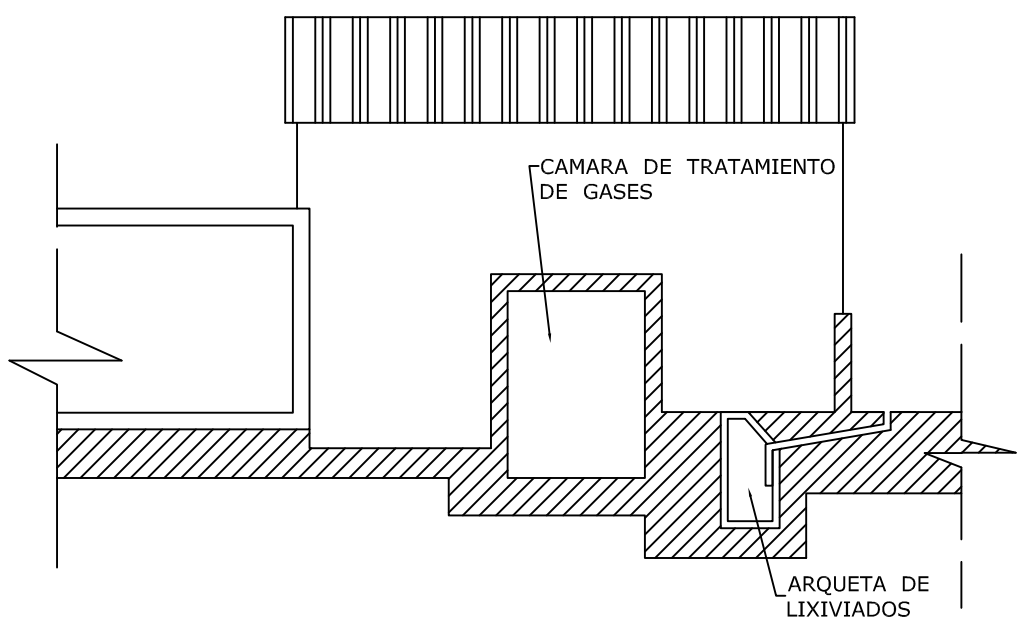
- ① SONDA TEMPERATURA
- ② SONDA PRESION IMPULSION
- ③ SONDA PRESION IMPULSION
- ④ SONDA CO₂, O₂, NH₃
- ⑤ SONDA TEMPERATURA CO₂
- ⑥ SONDA DE CAUDAL



PLANTA DE LIXIVIADOS Y GASES
ESCALA 1/200



SECCION POR DEPOSITO DE LIXIVIADOS
ESCALA 1/100



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
COMPROBADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DETALLES CONSTRUCTIVOS PARA TRATAMIENTO DE GASES Y LIXIVIADOS			Nº PLANO 11 / 12
VARIAS				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES -TRABAJO FIN DE GRADO-
COMPROBADO	31/12/17	ALEJANDRO GLEZ		
ESCALA:	DISEÑO PLANTA DE COMPOSTAJE DETALLES CONSTRUCTIVOS TUNELES DE FERMENTACIÓN			NP PLANO
VARIAS				12 / 12
				SUSTITUYE A:
	SUSTITUIDO POR:			

5 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.1 Introducción

En este documento se entenderá por:

- Comprador: Al cliente que contrata el equipo.
- Proveedor: A la entidad a la que se transfiere el pedido.
- Material: A los materiales, equipos, artículos o servicios a suministrar bajo pedido.
- Pedido: Construcción a fabricar.

5.2 Normas generales de aplicación

El proveedor queda obligado a cumplir todo cuanto se especifica en este pliego, la Ley de Contratos del Estado del 8 Abril de 1965, así como su modificación parcial por la Ley 5/1973 del 17 de Marzo, el Reglamento General de Contratación del Estado aprobado por el Decreto 3415/1975 del 25 de Noviembre, el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales del 31-XII-70, el de Condiciones Particulares y Económicas que se redacta para la Licitación y cuantas disposiciones vigentes, o que en lo sucesivo lo sean y tengan relación con la legislación laboral y social, con la protección a la Industria Nacional, y con cualquier aspecto relacionado con la actividad de Construcción que se realice para ejecutar este proyecto.

En caso de discrepancia entre alguna de las disposiciones, prevalecerá la de mayor rango legal.

En todo lo no recogido en este Pliego, se cumplirá lo dispuesto en:

- NBE-MV 103- 1972 para cálculo de las estructuras de acero laminado en Edificación.
- MV 104
- ASME IX, en lo que se refiere a la soldadura.
- La instrucción EH-91 para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado.

Además, en previsión de accidentes personales durante la ejecución de las obras, el suministrador estará obligado a cumplir rigurosamente la Ley 54/2003, de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales y las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el trabajo que no fuesen derogadas por la anterior ley.

5.3 Adjudicación de la obra

5.3.1 *Presentación de la obra a concurso*

El comprador invitará, mediante comunicación oral o escrita, a participar en el concurso de adjudicación de las obras a aquellas empresas cuya solvencia técnica y económica les acredite para la ejecución de los trabajos descritos en el presente proyecto.

El comprador suministrará a todas aquellas empresas que desean participar en el concurso de adjudicación de las obras la siguiente documentación:

- Descripción detallada de todas las obras a realizar para la ejecución completa del proyecto.
- El presente Pliego de Condiciones, donde se establecen, además de las condiciones generales, las especificaciones de los materiales y de la ejecución de la obra, así como de las condiciones económicas administrativas.
- Conjunto de planos necesarios para una correcta definición del producto.
- Estudio orientativo de costes de la obra realizado por el comprador.

5.3.2 *Presentación de las ofertas*

5.3.2.1 *Bases de la oferta*

La oferta se basará en la documentación presentada por el comprador. El proveedor, sin embargo, será responsable de la propia interpretación que haga de los datos.

El proveedor, con anterioridad de la presentación de la oferta, inspeccionará y examinará la obra y sus alrededores, comprobando en particular la estructura y naturaleza del emplazamiento, inclusive las condiciones del subsuelo, las condiciones hidrológicas y climáticas, la extensión y naturaleza del trabajo y los materiales necesarios para llevar a cabo las obras así como los medios de acceso a la obra y las posibilidades de alojamiento.

En general, se considerará que el proveedor ha obtenido toda la información necesaria de acuerdo a lo antedicho referente a riesgos, contingencias y aquellas circunstancias que puedan influir o afectar a su oferta.

El proveedor, antes de entregar su oferta, deberá cerciorarse de la idoneidad y suficiencia de su oferta, en cuanto a la obra y en cuanto a las cotizaciones y precios indicados en la lista de prestaciones, y la relación de cantidades resultando que las cotizaciones y precios de la oferta, excepto en la medida en que el contrato estipule otra cosa, cubren todas sus obligaciones del contrato, y todos los asuntos y objetos necesarios para la debida ejecución y mantenimiento de la obra.

No obstante, si en el curso de la ejecución de las obras, el proveedor se encontrara con condiciones físicas que no sean las de tipo climático o con obstrucciones artificiales, las cuales en su opinión no podrían haber sido previstas razonablemente por un proveedor experimentado, este deberá informar al comprador inmediatamente y por escrito.

Una vez que el ofertante ha estudiado la documentación del concurso y analizado los puntos anteriormente expuestos, preparará su oferta, estando ésta libre de gastos y compromisos para el comprador.

La oferta ha de cumplir con todas las condiciones, exigencias, especificaciones y demás requisitos expresados en la documentación presentada para el concurso.

En caso de no cumplirse las condiciones del concurso o de producirse divergencias frente a las mismas, se ha de manifestar expresamente, y dado el caso, se ha de fundamentar la divergencia.

Las proposiciones alternativas en cuanto a determinadas soluciones de problemas, están en principio permitidas, siempre que se mantengan en el marco del concepto general, sin ponerlo en duda.

Las proposiciones alternativas deben ser fundamentales y estar suficientemente descritas desde el punto de vista técnico.

Debe existir un estudio y justificación de los medios y procedimientos propuestos, desde los puntos de vista técnico, económico, social y de seguridad. Deben incluirse los datos y cálculos básicos que sirvan para la justificación de precios por unidad, así como los costes totales.

La oferta debe contener un estudio sobre el desarrollo de los trabajos de construcción, así como las etapas y fechas previstas para su ejecución.

5.3.2.2 Lugar, plazo y validez de la presentación de la oferta

El plazo de entrega de la oferta figurará en un escrito acompañando el envío de la documentación para el concurso.

La entrega de la oferta se realizará en horario de oficina (entre las 8 y las 15 horas) en el domicilio social de la empresa contratante.

Con la entrega de la oferta al comprador, el ofertante se compromete a un periodo de validez de seis meses, a contar desde la fecha de entrega de la misma.

5.3.3 Estudio de las ofertas y adjudicación de las obras

Durante el plazo de estudio de las ofertas el cliente podrá requerir a los ofertantes las aclaraciones e informaciones que considere convenientes.

Para la evaluación de propuestas, el cliente considerará lo siguiente:

- Calidades y garantías técnicas y económicas.

- Costes totales.
- Fórmulas de financiación y condiciones de pago que mejoran las condiciones de concurso para el cliente.

Una vez estudiadas las diferentes ofertas, se procederá a adjudicar la obra. Esta decisión se comunicará al ofertante seleccionado y al resto de concursantes.

El adjudicatario dispondrá de un plazo de 10 días hábiles, siguientes a la comunicación, para concurrir a la formulación del contrato.

Si el adjudicatario no concurriese a formalizar el contrato en el plazo indicado, la adjudicación quedará en pleno derecho sin efecto.

5.3.4 Firma del contrato

Después de la adjudicación, se realizará la regulación contractual, mediante la firma por ambas partes del correspondiente contrato.

El contrato recogerá los siguientes apartados:

- La adjudicación por parte del cliente al contratista de la ejecución de las obras.
- El compromiso por parte del contratista de llevar a cabo la obra aportando los equipos, materiales y personales señalados en este Pliego de Condiciones.
- Tipo de obra y su ubicación.
- Plazos de ejecuciones parciales y totales.
- Aceptación por ambas partes de la relación precios de adjudicación y de las descomposiciones de dichos precios.
- En su caso el material que el contratista se compromete a aportar.

5.3.5 Rescisión del contrato

La Propiedad tiene el derecho o facultad de rescindir el contrato en los supuestos siguientes:

- a) Lentitud de los trabajos. Cuando las obras ejecutadas se hagan con un retraso apreciable respecto a las condiciones iniciales y las causas de ello no sean ajenas al constructor (climatología, huelgas, etc.).
- b) Defectos de construcción. Cuando sea frecuente la aparición de errores o defectos en la construcción de la obra, o en la instalación de equipos.
- c) Incumplimiento de la legislación por parte del contratista. Si el contratista no ajusta sus actuaciones a las disposiciones de la Legislación Laboral, Seguros Sociales y Normas de Seguridad.
- d) Si el contratista no utiliza a juicio de la Propiedad el personal, equipo y materiales adecuados para la correcta realización de la obra.
- e) Por quiebra del contratista o disolución de la empresa que realiza los trabajos.

- f) En cualquier otro supuesto, en que fuese procedente de acuerdo a las leyes.

Cuando se llega al extremo de rescisión del contrato, y una vez conocido por el contratista, éste tendrá un período de 15 días a contar desde la fecha de notificación para realizar el oportuno pliego de descargos.

Con todo ello, si la decisión de rescisión no fuese modificada, el único trámite que se llevaría a cabo para quedar cumplida, es la notificación por escrito al contratista.

La continuación de las obras, podrá ser llevada a cabo por otro contratista, según la decisión de la propiedad.

Previamente se ha de levantar un acta notarial del estado de las obras, maquinaria y materiales existentes en el lugar.

La fianza que hasta ese momento estuviera depositada pasa íntegramente a la Propiedad, perdiendo todo derecho sobre ella el contratista.

Paralelamente a todo esto, se pueden iniciar las acciones legales por parte de la Propiedad para reclamar aquellos daños y perjuicios cuyo valor no sea cubierto por el importe de la fianza.

5.3.6 Suspensión de la obra

La Propiedad puede en todo momento que considere oportuno, aplazar o suspender total o parcialmente la iniciación o desarrollo de las obras. En este supuesto el contratista debe acatar dicha resolución, teniendo derecho al valor de la obra realizada y los gastos ocasionados de instalación.

Se reconoce al contratista la posibilidad de rescindir el contrato en el caso de suspensión definitiva o temporal, por espacio superior a dos meses.

5.4 Descripción de las obras

Las obras comprendidas en el presente proyecto están suficientemente definidas en el documento Memoria y en el documento Planos y Presupuesto, por lo que se evita en este documento la reiteración de la descripción de dichas obras, considerando suplida la misma en los documentos citados.

5.4.1 Clases, formas y dimensiones

Las clases, formas y dimensiones de las distintas partes de las obras son las que se detallan en los Planos, Pliego, Presupuestos y demás documentos del Proyecto.

Todas aquellas obras cuya clase, forma y dimensiones no estuvieran suficientemente detalladas en el Proyecto, se construirán en arreglo a las instrucciones y planos que sean facilitados por el Ingeniero Director de las obras durante la construcción, quedando sujetas a las mismas condiciones que las demás.

5.5 Permisos y licencias

El proveedor deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con la excepción de las correspondientes a las expropiaciones de las zonas afectadas, y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

De igual modo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal o definitiva de terrenos para instalaciones, explotación de canteras o vertederos de productos sobrantes, obtención de materiales, etc.

5.6 Medidas de seguridad y protección

El proveedor redactará y presentará al comprador un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, que abarcará no solo las normas a adoptar para respetar la normativa sobre higiene y seguridad en el trabajo, sino también las de tráfico que pudieran ser afectadas por las obras.

Mientras dure la ejecución de las obras, se colocarán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad vial, las señales y el balizamiento preceptivos, de acuerdo con O.M. del MOPU del 14 de Marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. 67/60 de la Dirección General de Carreteras.

La permanencia y eficacia de estas señales deberá estar garantizadas por los vigilantes que fueran necesarios; tanto las señales como los salarios de estos últimos, serán de cuenta del proveedor, teniendo este derecho al abono de la correspondiente partida alzada, si está previsto en el presupuesto.

Siempre que se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, se dispondrán a todo lo largo de la zanja, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, a ambos lados si se retiran, vallas que se iluminarán cada 15 metros con luz roja.

La iluminación portátil será de material antideflagrante. Se dispondrá en obras los medios de bombeo para achicar rápidamente cualquier inundación que pueda producirse. La responsabilidad de los accidentes ocurridos por la inobservancia de lo exigido será por entero del proveedor, quien deberá, además, reparar a su cargo los daños locales en las unidades de obra ejecutadas.

Observará, además, el proveedor, cuantas disposiciones le sean dictadas por el comprador, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros, sin que por ello sea revelado de las responsabilidades que pueda contraer como patrono; y así mismo, acatará todas las disposiciones que dicte el facultativo de la propiedad con objeto de asegurar la buena marcha del trabajo.

Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de todos los reales decretos que emanan de esta ley así como las ordenanzas que no hayan sido derogadas.

5.7 Disposiciones para el empleo de personal

Será de aplicación el Derecho Laboral Español vigente. El contratista está obligado a conocer y cumplir bajo su propia responsabilidad la legislación citada, en lo que sea necesario para la ejecución de los trabajos contenidos en su oferta.

El promotor o comprador designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, siempre que en esta intervenga más de una empresa, o una empresa y varios trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

El contratista asume exclusivamente la responsabilidad por el cumplimiento de las disposiciones legales españolas del Derecho Laboral y de Seguridad.

El empleo de todo el personal será a cargo del contratista.

El contratista debe nombrar a un Director Facultativo (Director Técnico de Obra); él en su nombre asumirá plena responsabilidad por todos los trabajos y su mantenimiento.

El horario de trabajo del personal deberá regirse según las estipulaciones legales españolas, incluyendo el Estatuto de los Trabajadores.

El contratista deberá suscribir una póliza que cubra suficientemente la contingencia de accidentes respecto del personal que contrate, siendo de su cuenta el pago de las primas correspondientes.

5.8 Control de materiales

5.8.1 Suministro de materiales

Si el contratista propone yacimientos o procedencias distintas a las estudiadas en el Proyecto se notificará al Ingeniero Director de las obras para su aprobación, con suficiente antelación, aportando las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación tanto en lo que se refiere a su calidad, cantidad y características de la instalación de obtención y manipulación de aquellos.

Los materiales obtenidos de las procedencias autorizadas se abonarán a los precios que, para ellos, se hallan fijado en el contrato.

En todo caso, serán de cuenta del contratista todos los gastos correspondientes a la obtención de los derechos de explotación o suministro, y los motivados por la aprobación de estos suministros y sus yacimientos o procedencias.

5.8.2 Almacenamiento y acopio de materiales

Queda prohibido efectuar acopios de materiales cualquiera que sea su naturaleza, sobre la carretera y en aquellas zonas marginales que defina el Ingeniero Director de las obras.

Los materiales se almacenarán en forma tal que asegure la preservación de su calidad y consiguiente aceptación para su utilización en la obra, requisitos que deberán ser comprobados en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas como zonas de acopios deberán reacondicionarse una vez terminada la utilización de los materiales acumuladas en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original.

Todos los gastos requeridos serán de cuenta del contratista.

Los métodos o instalaciones para efectuar las mediaciones requeridas en el Proyecto, cuya utilización deba ir precedida de la correspondiente aprobación del Ingeniero Director de las obras, serán sustituidos por el contratista en los puntos que señale el citado ingeniero.

Los materiales que deban abonarse por unidades de volumen o de peso, podrán ser medidos, si así lo estima el Ingeniero Director de las obras, sobre vehículos adecuados y en los puntos que hayan de utilizarse. Dichos vehículos deberán ser previamente aceptados por el citado Ingeniero Director, y a medida que todos ellos tengan una capacidad uniforme, cada vehículo autorizado llevará una marca claramente legible, que indique su capacidad en las condiciones que se hayan considerado para su aprobación.

Cuando se autorice la conversión de peso a volumen, o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el Ingeniero Director de la obra, quien por escrito justificará al contratista los valores adoptados.

5.9 Ensayos y pruebas

Los ensayos de materiales y la calidad de ejecución de las obras se realizarán de acuerdo con las Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, y si alguno de los ensayos previstos no estuviera aún normalizados por dicho organismo, se realizaran conforme a las normas A.S.T.M. (American Society for Testing Materials).

Antes de la recepción provisional y una vez totalmente terminados los trabajos, se llevarán a cabo las correspondientes pruebas de los elementos de la obra, con objeto de comprobar su correcta adecuación al fin que se destinen.

Si las pruebas dieran resultado negativo, el contratista deberá hacer los elementos o partes inadecuados en el plazo que fije el Ingeniero Director de las obras debiendo

realizarse nuevas pruebas a su costa y la reposición de los elementos necesarios hasta la obtención del resultado positivo de las pruebas.

5.10 Responsabilidad del contratista en la ejecución de las obras

El contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios directo o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privado como consecuencia de los actos, o misiones o negligencias del personal a su cargo o una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata. Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptada. De igual modo, el contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de la misma y colocarlos bajo custodia.

El contratista deberá notificar por escrito al Ingeniero el posible retraso o interrupción de las obras, a no ser que una orden, instrucción o aprobación adicional de parte del ingeniero sea dictaminada o entregada dentro de un plazo adecuado.

La notificación incluirá detalles sobre la orden requerida, la causa y el plazo en el que se requiere el trabajo, y que retraso o interrupción se producirá en cada caso.

5.11 Gastos de carácter general del contratista

Aparte de los gastos que se deriven de las obligaciones generales del contratista y los que se señalen en el presente Pliego de Condiciones, son también de su incumbencia los que seguidamente se relacionan:

- Gastos que origine el replanteo general de las obras, su comprobación, los replanteos parciales de las mismas y su liquidación.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para almacenamiento de carburantes.
- Gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Gastos de construcción y conservación durante el plazo de su utilización de rampas provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos

necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras, así como, la adquisición de dichas aguas y energía.

- Gastos de demolición de las instalaciones provisionales, los de retira de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas o puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del contratista los gastos originados por la liquidación, y las actas notariales que sean necesarias levantar, así como, la retirada de los medios auxiliares que no utilice la empresa o que le devuelva después de utilizarlos.

5.12 Subcontratos

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin autorización previa del comprador.

Las solicitudes para poder ceder cualquier parte del contrato se deberán formular por escrito, con suficiente antelación, apartando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre el subcontratista propuesto y sobre la organización que ha de realizarse.

5.13 Conservación del medio ambiente

El proveedor prestará atención al efecto que pueden tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución de los trabajos, sobre la estética del medio en que se desarrollan las obras.

En tal sentido, cuidará que los elementos que puedan ser dañados durante las obras sean debidamente protegidos para evitar posibles destrozos que, de producirse, serían subsanados a su costa.

Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberá, ser previamente autorizado por el comprador.

Estará obligado a colocar los filtros, capas de decantación y elementos de depuración necesarios para mantener los índices de polución por debajo de los límites máximos autorizados por la legislación vigente.

5.14 Conservación de las obras durante la ejecución

El contratista o proveedor quedará comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que integran el proyecto.

Del mismo modo, queda obligado a la conservación de las obras durante un plazo de 18 meses, contando a partir de la fecha de recepción provisional, debiendo reparar o

sustituir a su costa, cualquier parte de ellas que haya experimentado desplazamiento o sufrido deterioro por cualquier causa que no pueda ser considerada como inevitable.

5.15 Obras auxiliares

Se entiende y así se hace constar, que el contratista adjudicatario ha estudiado perfectamente el Proyecto, que ha examinado el terreno con todos sus accidentes y que conoce, perfectamente, todas las dificultades a vencer en la ejecución de la obra.

Por tanto, todas las obras auxiliares que sean preciso ejecutar para la buena y ordenada ejecución del Proyecto, que no hayan sido específicamente tratadas, o cuyo abono no se prevea en el presupuesto serán a cargo del contratista, debiendo entenderse que los precios unitarios de este Proyecto llevan incluidas las partes proporcionales que tales obras auxiliares supongan.

El contratista deberá tener en cuenta esta cuestión en el acto de licitación.

No tendrá validez ninguna reclamación apoyada en artículos del Pliego de Condiciones, que signifique una contradicción con lo expresado en este subapartado.

5.16 Limpieza final de las obras

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra deberán ser removidos.

Todo ello se ejecutará de forma, que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas aceptables.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

5.17 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de 12 meses, contando a partir de la recepción provisional de las obras.

5.18 Inspección y vigilancia de las obras

El Ingeniero Director de las obras correrá con la inspección y vigilancia de las obras, y por consiguiente, resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a los siguientes aspectos:

- La calidad de los materiales empleados.
- Ejecución de las distintas unidades de obra contrastadas.
- Interpretación de los planos y de las especificaciones.

Y en general de todos los problemas que se plantean durante la ejecución de los trabajos encomendados, siempre que estén dentro de las atribuciones que le conceda la legislación vigente sobre el particular.

5.19 Condiciones legales

5.19.1 Jurisdicción

Para todas aquellas cuestiones, litigios o diferencias que puedan surgir durante la ejecución de la obra, las partes se someterán al juicio amigable del tribunal constituido por miembros nombrados a partes iguales y presidido por el Director Facultativo de la obra. En último término se recurrirá a los Tribunales de Justicia correspondientes según el emplazamiento de la obra.

5.20 Facultades de la dirección de la obra

El Director Facultativo de la obra tendrá, además de las facultades reconocidas de forma general, el deber de velar por el buen desarrollo de la ejecución, tanto en lo que se refiere a soluciones técnicas como a condiciones de la obra. En último caso y de forma justificada podrá recusar al Contratista por considerar incapacidad manifiesta en la ejecución.

5.21 Contrato de ejecución

En el contrato de ejecución de la obra se deben reflejar los siguientes puntos:

- Adjudicación por parte de la Propiedad al Contratista de la realización material de las obras.
- Compromiso por parte del Contratista de ejecutar la obra conforme a lo indicado en el presente Pliego de Condiciones o a las indicaciones del Director Facultativo de la obra.
- Tipo de obra y ubicación.
- Plazos parciales y total de ejecución.
- Relación de precios de adjudicación de forma descompuesta.
- Material auxiliar que debe aportar el Contratista para el desarrollo de la obra.
- Se debe incluir el presente Pliego de Condiciones como parte del contrato, así como la oferta realizada por el Contratista.

5.22 Documentos para el contratista

La Propiedad entregará al Contratista, tras la firma del contrato de ejecución, los siguientes documentos:

- Planos.

- Pliego de condiciones.
- Presupuestos parciales.
- Cuadro de precios unitarios.
- Cuadro de precios descompuestos.
- Presupuesto total.

Asimismo, se podrá hacer entrega de la memoria del Proyecto, aún cuando no constituye un documento vinculante, aunque sí informativo.

5.23 Modificaciones de la obra

Antes o durante la ejecución de la obra la Propiedad, de acuerdo con el Director Facultativo de obra, podrá introducir al Proyecto las modificaciones que se estimen oportunas, pudiendo derivar en la supresión de parte de la obra, sin que ello sea motivo de reclamación por parte del Contratista. Las variaciones introducidas pueden producir modificaciones en los plazos de ejecución en la medida que considere oportuna el Director Facultativo. Aquellas modificaciones que afecten al tamaño de la obra o a su trazado, habiendo sido estos aprobados por el Ayuntamiento del término municipal, deberán someterse a una nueva aprobación antes de proceder a su ejecución, punto que será verificado por el Contratista.

5.24 Otras contingencias

En caso de quiebra o muerte del Contratista, se pueden llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Continuación de los trabajos por los herederos del Contratista, en las mismas condiciones que se reflejaban en el contrato.
- Traspaso de la ejecución de la obra a otro constructor, con el consentimiento de la Propiedad. El nuevo Contratista asume todos los derechos y obligaciones que aparezcan estipulados en el contrato firmado por el anterior Contratista.
- La Propiedad asume la obra, abonando al Contratista la parte de los trabajos ya realizados y cuyo importe no había sido satisfecho.

5.25 Accidentes y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes obligan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causar en las operaciones de ejecución de las obras.

5.26 Especificación de materiales y equipos

5.26.1 Báscula puente y control de pesaje

El sistema deberá constar de los siguientes conjuntos:

- Dispositivo receptor de carga.
- Dispositivo transmisor de carga.
- Células de carga.
- Caja sumadora.
- Terminal electrónico con salidas RS.232C.
- Poste con lector de tarjetas, visualizador de peso y visualizador alfanumérico para mensajes.
- Lector grabador de tarjetas microchip.
- PC compatible IBM con pantalla de 21", teclado, disco duro de mínimo 100 GB y grabadora-lectora CD-DVD.
- Impresora laser.
- Interfases y conexiones.
- Programa de gestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.1.1 Dispositivo receptor de carga

El puente estará constituido por tres módulos independientes, que configuran la longitud total de la báscula. La construcción de los módulos es totalmente metálica a base de perfiles laminados y chapas de acero que conforman el piso de rodadura de los

vehículos. Los módulos son compactos y se entregarán totalmente contruidos para su montaje sobre las células de carga.

5.26.1.2 Dispositivo transmisor de carga

Está compuesto por seis grupos de célula de carga, cada cual constituido por:

- Una placa de anclaje que fija el sistema a la obra civil.
- Una placa base que fija la célula de carga a la placa de anclaje.
- Un soporte a bolas. A través de un mecanismo de rótulas y bolas, transmite el esfuerzo a la célula de carga, produciendo un efecto autocentrante y evitando las cargas laterales y transversales sobre las células de carga.

5.26.1.3 Células de carga

La báscula constará de 6 células de carga repartidas en el contorno de la plataforma, encargadas de transformar los esfuerzos mecánicos originados por la carga depositada en la plataforma, a una señal eléctrica de bajo voltaje, que será llevada al terminal electrónico.

5.26.1.4 Caja sumadora condensadora

Es el punto de unión de las ocho células de carga y su misión es compensar las distintas sensibilidades de las mismas. La salida de la caja sumadora va conectada ya al terminal electrónico de pesaje.

5.26.1.5 Indicador electrónico

Constará de los siguientes elementos

- Seis dígitos numéricos de 20 mm. de alta luminosidad.
- Pulsador de auto-tara.
- Pulsador de bloqueo de tara.
- Cinco diodos led rojos, indicadores de: centro cero, peso dentro de la zona mínima, peso estable, existencia de tara y tara bloqueada.
- 3.000 divisiones externas.
- 9.000 divisiones internas.
- Microprocesador 78CP 18 (NEC).
- Programación de los parámetros de calibrado mediante tres pulsadores internos.
- Salida RS.232C para conexión a ordenador.
- Rango de temperatura de 0 °C a 40 °C.
- Tensión de funcionamiento: 220Vac + 10%, - 15%, 50 Hz.

5.26.1.6 Poste indicador a pie de báscula

Fabricados en chapa de acero de 4 mm. y diseñados para su ubicación a la intemperie, con visera protectora (protección 1P-63/IP65) y dispuestos a una altura accesible al conductor del vehículo, pintado de color amarillo tráfico y protección anticorrosiva.

Estará compuesto de:

- Un visor de peso de seis dígitos de 13 mm de altura y gran luminosidad.
- Un visor alfanumérico de 16 caracteres, de altura 10 mm y visor tecnología FIP para la emisión de los mensajes.
- Una placa electrónica CPU controladora del proceso

5.26.1.7 Lector grabador de tarjetas microchip

Conectado al ordenador vía RS.232 mediante el cual se procede a introducir los datos en la memoria de la tarjeta y situado al lado del PC de la caseta de recepción.

5.26.1.8 Computadora

La computadora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Intel® Pentium® 4 515 2,93 GHz
- Memoria 512 MB DDR y Disco Duro 160 GB
- Grabadora y Lector DVD Doble Capa
- T. Gráfica ATI X300 PCI Express 128 MB
- USB 2.0 y FireWire
- Teclado ergonómico y Ratón óptico
- Lector Multitarjetas
- Windows XP Home

Asimismo incluirá pantalla TFT de 17 pulgadas o similar.

5.26.1.9 Impresora

La impresora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Resolución 4800 x 1200 ppp
- Velocidad 23 ppm negro y 18 color
- Escáner resolución 4800 x 1200 ppp
- Profundidad de color 48 bits
- Lector de tarjetas
- Pictbridge "impresión directa"
- Impresión doble cara manual

5.26.1.10 Programa de gestión

Un programa de gestión será habilitado como software del computador personal, para el control de las entradas y salidas a la planta, elaboración de albaranes y facturación. La compra del programa contará con el permiso de licencia de derechos de autor en regla.

5.26.1.11 Resumen de requisitos del equipo de pesaje

El resumen de requisitos que debe satisfacer el equipo de pesaje de la Planta de Compostaje son los recogidos en la siguiente tabla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Carga máxima	60 toneladas
Dimensiones	Para vehículos de gran tonelaje
Material de la plataforma de pesaje	Metálico anticorrosión
Sistema de pesada	Electrónico
Número de células de carga	6 unidades
Tipos de acceso a las células de carga	Tapa de registro
Impresión de albaranes o recibos	Si
Control externo mediante computadora	Si
Duración del proceso de pesaje	Menor de 45 segundos

Tabla 5.55. Resumen de requisitos mínimo exigidos al equipo de pesaje

El equipo de pesaje deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

5.26.2 Trituradora

Los Residuos Vegetales de carácter leñoso, por sus dimensiones, han de ser sometidos a una operación previa de trituración-desfibrado, acondicionando este tipo de residuos para facilitar su fermentación. Una máquina trituradora es la encargada de ejecutar este proceso, la cual debe satisfacer el cumplimiento de los requisitos mínimos:

Características	Valores
Abertura de entrada	Entre 800 y 900 mm
Longitud de entrada libre	Entre 3500 y 4000 mm
Entrada superior	Transportadora de placas
Entrada inferior	Transportadora de placas
Accionamiento del rotor	Embrague hidráulico
Combustible de alimentación	Gasóleo

Capacidad del depósito	Entre 200 y 300 litros
Dispositivo automatico de sobrecarga	Si
Granulometría de material	Si
Tolva de recepción	mayor de 5 m ³
Apoyo regulable máquina	Si
Control entrada anti-atascos	Si
Rendimiento de entrada	125-175 m ³ /h
Rendimiento de salida	70-100 m ³ /h
Nivel sonoro	Menor de 100 db

Tabla 5.56: Requisitos mínimos exigidos a la máquina trituradora.

La pala máquina trituradora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión. Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.3 Máquina mezcladora

Para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje, es necesario la utilización de un homogeneizador o máquina de mezcla. Con esta máquina, se podrá realizar la homogeneización y mezcla de residuos orgánicos o lodos de depuradora con fracción vegetal, paja, virutas de sierra, etc., así como la mezcla de lodos de depuradora y rechazos para un compostaje optimizado. Los requisitos mínimos que debe satisfacer el equipo de mezcla son los que se exponen a continuación:

Tipo	Cantidad / Concepto

Accionamiento	2 electromotores de 75 KW
Rendimiento	Hasta 55 m ³ /h
Capacidad del depósito	Mayor de 15 m ³
Unidad de mezcla	4 vis-sin-fines
Accionamiento unidad de mezcla	Embrague hidráulico
	Tolva ajustable fija
Dimensiones-Diseño de referencia	Longitud total: 6,740 mm
	Ancho total: 2.200 mm
	Altura total: 3.265 mm
	Altura de carga: 2.720 mm
Dimensiones-Funcionamiento	Ancho de carga: 4.000 mm
	Profundidad de carga: 2.710 mm

Tabla 5.57: Requisitos mínimos exigidos a la máquina de mezcla

La máquina mezcladora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.4 Túneles de fermentación

5.26.4.1 Especificaciones técnicas

Los túneles de fermentación de hormigón, constituyen el equipamiento clave de esta Planta de Compostaje, permitiendo reducir enormemente los tiempos de fermentación en relación a otros sistemas de compostaje. Gracias a la automatización de estos túneles de fermentación se consigue un control absoluto de todos los parámetros que influyen en la fermentación, amén de proporcionar una trazabilidad completa del producto final obtenido. A continuación se exponen los requisitos a cumplir por los túneles de fermentación a construir en la Planta de Compostaje.

Las especificaciones básicas de diseño son las que se recogen en la siguiente tabla.

Especificaciones de diseño	Valores

Altura normal de llenado	3 m
Tamaño de los túneles	20 m x 5 m x 3 m
Número de túneles	5
Carga máxima	1,55 tn/m ²
Capacidad de llenado por túnel	114 tn
Volumen de cada túnel	300 m ³
Duración del período de proceso	2 semanas

Tabla 5.58: Especificaciones de diseño túneles de fermentación

Las especificaciones técnicas referentes al grupo de ventilación de cada túnel se exponen a continuación:

Especificaciones de diseño tipo	Valores

1 x Ventilador radial	
Caudal	7500 m ³ /h
Potencia	22 KW
Tipo de conducción	Directa
Material	SS
1 x Válvula de aire fresco	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de recirculación de aire	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de seguridad	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula-conducto extracción	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Válvula-conducto aspiración	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Conducto de recirculación de aire	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	3 m

Tabla 5.59: Grupo de ventilación de cada túnel

A continuación se exponen las especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
Ventilador de extracción	
Tubos de conducción	AlMg3
Ventilación	0-20,000m ³ /h
Potencia	30 KW
Diferencia de presión	3,000 Pa
Número	Dos unidades
Material	SS
Especificaciones del humidificador	
Posición	Horizontal
Tamaño	2500 x 3000 x 4000
Caudal de agua	30 m ³ /h
Humidificación del aire	98%
Número	Una unidad
Scrubber	
Material	PP
Capacidad	0-20,000 m ³ /h
Tamaño	Diámetro 1750 mm
Altura	6,5 m
Reducción acidez	96% H ₂ SO ₄
Bomba	40 m ³ /h
Motor	7,5 KW
Eficiencia	90-95%

Tabla 5.60: Especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases

Las especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados son las siguientes:

Concepto	Tipo / Valor

Material	PVC
Longitud	125 m
Tamaño	DN 50

Tabla 5.61: Especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados

Las especificaciones técnicas del filtro son las siguientes:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de aspiración	10 m ³ /h
Motor	1,5 KW
Filtro-colador	Forma en arco: 12-24 m ³ /h
Tamaño de filtrado	0,75 mm
Cañería	PVC, DN 16 mm
Material del filtro	S.S

Tabla 5.62: Especificaciones técnicas del filtro

Las especificaciones técnicas del sistema de recirculación son las que se exponen en la siguiente tabla:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de recirculación	40 m ³ /h
Potencia	11KW
Número	1
Válvulas bidireccionales	6 unidades
Conexión	1,5"
Cañería interna túnel	PP
Control	Neumático

Tabla 5.63: Especificaciones técnicas del sistema de recirculación de lixiviados.

Una computadora central controla el proceso de compostaje. La temperatura de la materia fermentada es conocida en todo momento gracias a tres sensores o sondas, las cuales se introducirán en los túneles de fermentación a través de unos taladros situados en el techo de los túneles.

Los siguientes parámetros son medidos:

- Temperatura del material.
- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del aire de salida.
- Tanto por ciento de oxígeno.
- Volumen de aire de entrada.
- Presión de la materia fermentada.

Los siguientes parámetros son controlados:

- Ventilación de la materia.
- Volumen del aire de entrada.
- Volumen de aire recirculado.
- Válvulas de control de suministro y recogida de lixiviados.
- Nivel del tanque de recogida de lixiviados.
- Cantidad de lixiviados utilizados en la recirculación.

Los túneles de fermentación deben construirse respetando las disposiciones de este pliego así como las indicaciones documentadas en los Planos de este Proyecto.

5.26.4.2 Apoyo logístico e inspección de montaje

Se considerará un apoyo logístico el cual se contemplará como tres visitas de una persona cualificada para realizar el seguimiento del montaje, asesorando y comprobando en todo momento el desarrollo de los trabajos e instalación, tanto a nivel mecánico como electrónico.

5.26.4.3 Puesta en marcha y seguimiento inicial

Dada la envergadura de dicha instalación, se considerará además de la puesta en marcha un posterior seguimiento de la planta. El tiempo total de esta fase, hasta conseguir un funcionamiento óptimo sin la necesaria asistencia de los técnicos ajenos a la propiedad, se prevé que es de un mes desde iniciarse los trabajos de puesta en marcha. Se dispondrá la asistencia técnica con una persona durante un periodo de un mes.

La descripción más detallada del funcionamiento global y de cada elemento se encuentra en la memoria del proyecto.

5.26.5 Biofiltro

Se proyecta un biofiltro como sistema más acreditado en la depuración de los gases procedentes de la nave de mezcla y los túneles de fermentación.

El biofiltro que será construido con cuerpo de hormigón tendrá unas dimensiones de 16.50 m. de largo por 12 m. de ancho.

Se elige la corteza de pino como material filtrante.

Los siguientes parámetros del biofiltro son medidos:

- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del filtro.
- Los siguientes parámetros del biofiltro son controlados:
- Temperatura del aire de entrada al biofiltro.
- Volumen de aire que entra al biofiltro.

Con objeto de controlar los parámetros indicados anteriormente se instalarán sondas en la posición indicada en los Planos de este Proyecto.

5.26.6 Trómmel o máquina cribadora

Para conseguir un alto grado de calidad del compost obtenido, el producto estabilizado, procedente del área de maduración, debe ser cribado para eliminar aquellos componentes no fermentados en su totalidad y la fracción de producto con granulometría superior a la establecida. El Trómmel encargado de realizar esta operación deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Concepto	Tipo / Valor
Tambor de cribado	
Construido en chapa de acero de espesor:	5 mm
Diámetro	Mayor de 1300 mm
Longitud	Mayor de 3900 mm
Dimensiones de apertura de malla de la criba	10 y 25 mm
Cinta descarga de compost de cribado	
Inclinación variable	Sí
Altura de descarga	Superior a 2 m
Levantamiento hidráulico	Sí
Accesorios	
Cepillo rotativo limpiador	Sí
Carenado de protección en toda la máquina	Sí
Dispositivo de seguridad en sobrecarga	Sí

Tabla 5.64: Requisitos mínimos exigidos al Trómmel.

El Trómmel deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.7 Contenedores de rechazo de compost

Estos contenedores se utilizarán para la recogida de los rechazos de la depuración del Compost. Se instalarán dos contenedores abiertos, de 25 m³ de capacidad, diseñados para ser manipulados por equipos portacontenedores. Estos dos contenedores deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Concepto	Tipo / Valor
Unidades	2
Dimensiones	5m x2 ,5m x 2m
Material	Acero A410b
Espesor del contenedor	5mm fondo, 3mm resto
Perfil de los laterales	Sección en U
Número de pilares verticales	4
Perfil de los pilares	Sección en U
Tipo de soldadura	Cordón continuo
Cumplimiento Normativa Sueca de abrasión	Sí
Preparado camión portacontenedores	Sí

Tabla 5.65: Requisitos a cumplir por los contenedores de rechazo de compost

Para información más detallada sobre el tipo de contenedores a instalar, debe acudir al apartado correspondiente de la Memoria del presente Proyecto.

5.26.8 Máquina ensacadora

Un aumento progresivo de la demanda de compost en sacos para uso de pequeños y medianos consumidores, obliga al ensacado del compost en la propia planta con fin a satisfacer esta creciente demanda. Los requisitos que debe satisfacer la máquina ensacadora son los expuestos a continuación:

Concepto	Tipo / Valor

Dimensiones de la tolva de recepción	Entre 5 m ³ y 10 m ³
Cinta transportadora para alimentación	Sí
Dosificador volumétrico	Sí
Bobina de lámina	Sacos de 80, 50, 20 y 2 litros
Desenrollado motorizado	Sí
Material de los tubos conformadores	Acero inoxidable
Tipo de soldadura	Por impulsos con refrigeración
Equipado con fotocélula de centraje	Sí
Cadencia máxima para sacos grandes	Entre 10 y 15 sacos por minuto
Escaleras de acceso y barandillas de protección	Sí
Evacuación de sacos mediante banda transportadora	Sí

Tabla 5.66: Requisitos a cumplir por la máquina ensacadora

La máquina ensacadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.9 Equipos móviles

5.26.9.1 Pala cargadora

La manipulación de productos por parte de la pala cargadora comprende las siguientes tareas:

- Carga de la materia orgánica desde la zona de recepción, hasta la nave de mezcla para alimentar la tolva de la mezcladora.
- Carga de los túneles de fermentación.
- Descarga de los túneles de fermentación, y transporte de la materia a la nave de maduración, a fin de completar el proceso de compostaje.
- Transporte de los rechazos del trommel hacia el contenedor de rechazo.

Las especificaciones de funcionamientos serán las recogidas en la tabla que se expone:

Concepto	Tipo / Valor

Capacidad mínima de cucharón	3,5 m ³
Altura libre de descarga a máxima elevación	2700 mm
Altura total máxima con cucharón en máxima elevación	6000 mm
Círculo de giro máximo	6800 mm

Tabla 5.67: Especificaciones de funcionamiento requeridas a la pala cargadora

Las características técnicas requeridas se exponen a continuación:

Motor

- Diesel turboalimentado, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
- Potencia neta mayor de 75 KW.
- Radiador modular para refrigeración por agua.
- Filtros de aire tipo seco, con elementos primario y secundario, eyector de polvo e indicador del nivel de suciedad del filtro.
- Enfriador por agua del aceite del motor.
- Anclajes del motor al chasis por tacos de goma para amortiguar vibraciones.
- Arranque eléctrico directo a 24 voltios.

Transmisión

- Caja de cambios planetaria, de accionamiento hidráulico. Una sola palanca para cambios de marchas y de sentido a pleno régimen del motor.
- Cuatro marchas en avance y cuatro en retroceso.

Neumáticos

- Sin cámara, llantas desmontables.

Frenos

- De servicio: De disco enfriado por aceite con doble circuito y accionamiento oleoneumático, totalmente estancos, sellados y libres de ajustes. Circuitos de frenos independientes en ambos ejes.
- De estacionamiento: Mecánico, tipo zapata, montado sobre el eje de salida de la transmisión y de aplicación manual.
- Freno auxiliar: Incluido en el freno de servicio. Cuando la presión baja en uno de los circuitos de aire, la presión del segundo circuito actúa sobre uno ó los dos ejes.

Dirección

- Articulación en el punto central de forma que las ruedas traseras siguen las huellas de las delanteras y viceversa.

- Accionamiento totalmente hidráulico. Una bomba de paletas alimenta el caudal hidráulico necesario y dos cilindros hidráulicos de doble acción realizan el giro de la maquina.
- Ángulo de dirección 40 grados a cada lado.

Mandos hidráulicos

- Circuito de Elevación con las siguientes posiciones: Elevación, fijo, descenso y libre con dispositivo de parada automática ajustable a cualquier altura.
- Circuito de inclinación: Posicionador automático del cucharón ajustable al ángulo de carga deseado.

Cabina

- Cabina antivuelco Cumpliendo las normativas europeas y americanas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Limpiaparabrisas delantero y trasero.
- Alarmas sonoras y visuales de fallo de órganos principales.

Equipos

- Faros halógenos delanteros y traseros.
- Alarma sonora de retroceso con bocina.
- Guardabarros estándar.
- Mangueras hidráulicas flexibles XT-3 y XT-5 de alta resistencia.
- Dirección de emergencia.

Características

- Indicador de nivel del depósito de aceite hidráulico.
- Elementos de fijación de articulación para transporte.
- Conductos hidráulicos flexibles blindados y armados.

La pala cargadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.9.2 Volteadora

El Compost, durante 20 semanas de residencia, se someterá a sucesivos volteos con objeto de conseguir mantener la masa en las mejores condiciones para alcanzar su mejor estabilización.

El volteo del compost se realizará con una máquina volteadora, que permitirá la realización sistemática del proceso de volteo, consiguiendo de esta manera un producto final standard y de gran calidad.

Los requisitos técnicos exigidos a la máquina volteadora quedan recogidos en las siguientes tablas:

Concepto	Tipo / Valor
Medidas del puente	
Ancho	4000 mm
Altura	2200 mm
Motor	
Tipo	Intercooler
Potencia	Mayor de 150 KW
Cilindrada	Mayor de 6500 cm ³
Número de cilindros	6
Sistema de refrigeración	Por líquido
Sistema eléctrico	
Unidad de control de motor	Sí
Tensión	24 Voltios
Intensidad de corriente trifásica	80 Amperios
Número de baterías de arranque en frío	2

Tabla 5.68: Requisitos técnicos del motor y sistema eléctrico de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor

Cabina confort	
Cabina de sobrepresión	Sí
Visión total con cristales tintados	Sí
Insonorización completa	Sí
Purificación del aire de la cabina	Sí
3 espejos retrovisores térmicos	Sí
2 limpiaparabrisas (delante, derecho)	Sí
Luneta trasera plegable	Sí
Dispositivo plegable electrohidráulico	Sí

Tabla 5.69: Requisitos técnicos de la cabina de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Accionamiento del cilindro	Sí
Revoluciones del tambor	180 r.p.m
Mecanismo de alimentación activa	
Ancho máximo de recogida de material	5500 mm
Accionamiento de traslación	
Accionamiento hidrostático de traslación	Sí
Número de marchas	2

Tabla 5.70: Requisitos técnicos de los accionamientos de la volteadora

La máquina volteadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.10 Nave de mezcla

La nave de mezcla es el recinto destinado a albergar el proceso de acondicionamiento previo de la materia a compostar o triturado así como del proceso de homogeneización o mezcla.

Esta nave contará asimismo con una zona cerrada destinada al almacenamiento temporal de gallinaza si fuere necesario, dotada de un sistema de extracción de gases para su posterior tratamiento en biofiltro.

La estructura está dotada de cerramiento en todo su perímetro excepto en la cara correspondiente a la entrada de los túneles de fermentación.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de mezcla quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave mezcla
Tipo de obra	Semicerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	17 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.71: Requisitos generales de la nave de mezcla

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	5,67 metros
Numero de pilares principales	8
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 5.72: Requisitos técnicos de la nave de mezcla

Peso de la estructura

Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	47,98	49,1	2355,76
Pilares testeros	IPE-300	39,6	42,2	1671,12
Viga de atado	HEB-200	34	61,3	2084,2
Resumen peso estructura				
Peso total				6108 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				13,31Kg/m ²

Tabla 5.73: Peso de la estructura de la nave de mezcla

La construcción de la nave de mezcla deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.10.1 Carpintería metálica

Se habilitará la nave de mezcla con dos portones basculantes de dos hojas, de 5m. de anchura por 5m. de altura, ambas con suplemento de puerta peatonal en puerta industrial. Se entregará totalmente instalada, incluso con poleas de contrapeso y cerradura.

5.26.10.2 Cerramientos

El tipo de placa utilizado como cerramiento, es una placa tipo "Blocotelha" para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas.

Los cierres metálicos se instalarán hasta ocultar cumbreras con los siguientes materiales:

- Chapa de acero galvanizado de 0.6mm. de espesor y acabado en prelacado
- Remates, albardillada, vierteaguas y esquinas.
- Correa metálica de soporte y fijación a la estructura principal.

5.26.10.3 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-

40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.11 Nave de almacenamiento

Se proyecta una nave de almacenamiento para albergar los procesos de afino y ensacado así como para el almacenamiento final tanto del compost a granel como del compost en sacos.

La zona de almacenamiento se encuentra cerrada en todo su perímetro, mientras que la zona de afino y ensacado no tiene cerramiento.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de almacenamiento quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave almacenamiento
Tipo de obra	Parcialmente cerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	87 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.74: Requisitos generales de la nave de almacenamiento

Tipo de cubierta	Tipo / Valor

Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-360
Separación entre los pilares principales	6,69 metros
Numero de pilares principales	28
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 5.75: Requisitos técnicos de la nave de almacenamiento

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-360	168,05	57,10	9595.87
Pilares testeros	IPE-300	39,60	42,20	1671.12
Viga de atado	HEB-200	174,00	61,30	10666.20
Resumen peso estructura				
Peso total				21933.19 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				9.34 Kg/m ²

Tabla 5.76: Peso de la estructura de la nave de almacenamiento

La construcción de la nave de almacenamiento deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.11.1 Carpintería metálica

Se habilitará la nave de mezcla con tres portones basculantes de dos hojas, de 5m. de anchura por 5m. de altura, ambas con suplemento de puerta peatonal en puerta industrial. Se entregará totalmente instalada, incluso con poleas de contrapeso y cerradura.

5.26.11.2 Cerramientos

El tipo de placa utilizado como cerramiento, es una placa tipo "Blocotelha" para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas.

Los cierres metálicos se instalarán hasta ocultar cumbreras con los siguientes materiales:

- Chapa de acero galvanizado de 0.6mm. de espesor y acabado en prelacado
- Remates, albardillada, vierteaguas y esquinas⁸
- Correa metálica de soporte y fijación a la estructura principal.

5.26.11.3 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.12 Nave de maduración

Para cubrir la necesidad de un recinto destinado al proceso de maduración del compost se proyecta una nave de dimensiones 124 metros de largo por 50 metros de ancho. La nave se proyecta sin cerramiento en todo su perímetro. El suelo de la nave tendrá una pendiente de un 1% y se ejecutarán las 3 arquetas de recogida de lixiviados tal y como aparecen en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de maduración quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave maduración
Tipo de obra	Estructura sin cerramiento
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	50 metros
Longitud de la obra	124 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.77: Requisitos generales de la nave de maduración

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	6,89 metros
Numero de pilares principales	72
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,25 metros
Numero de pilares testeros	12
Perfil de la viga de atado	HEB-180
Tirante	De 10 mm cada teja

Tabla 5.78: Requisitos técnicos de la nave de maduración

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	455.94	49,10	22386.18
Pilares testeros	IPE-300	79.20	42,20	3342.24
Viga de atado	HEB-180	496	51.20	25395.20
Resumen peso estructura				
Peso total				51123.62 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				8.25Kg/m ²

Tabla 5.79: Peso de la estructura de la nave de maduración

La construcción de la nave de maduración deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.12.1 Arquetas de recogida de lixiviados

Se proyectan tres arquetas continuas y dispuestas transversalmente, de modo que cubran todo el ancho de la nave, a fin de recoger los lixiviados generados en el proceso de maduración corrigiéndolos a la balsa de lixiviados.

Son arquetas prefabricadas abiertas de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30 cm. medidas interiores, completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor

5.26.12.2 *Evacuación de pluviales*

Se dotará a la nave de seis bajantes de canalón de PVC, totalmente instalados incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.13 *Edificio corporativo*

El edificio corporativo será el encargado de albergar tanto los procesos administrativos y de venta, como la sala de control donde se controla de manera integral el proceso de fermentación en los túneles de hormigón.

El edificio, de planta rectangular tendrá unas dimensiones de 20.35 m. de largo por 12.40 m. de ancho.

El contratista de la obra deberá ejecutar el edificio corporativo de acuerdo a los planos entregados por la Propiedad y atender a las disposiciones adicionales enumeradas a continuación además de cualesquier otras que se encuentren documentadas en este Proyecto. Deberá cumplir asimismo toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

La cimentación y estructura del edificio deberá cumplir lo siguiente

- El hormigón utilizado en la cimentación será tipo HM-20 de resistencia característica 200 Kp/cm², a emplear en capa de nivelación y puesto en obra mediante vibrado y curado.
- El acero corrugado para armaduras será de tipo B 500 S.
- El cerramiento de la estructura estará compuesto de hoja exterior de fábrica de ladrillos cerámicos vista, cámara de aire y doblado con tabicón de 9 cm. de espesor de ladrillos cerámicos huecos.
- La formación de pendientes en cubierta se realizarán con tabicones aligerados de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento 1/6, con arriostramientos transversales a que eviten desniveles superiores a 1 m. medido en proyección horizontal.
- Cubrición con teja de Hormigón de perfil plano, colocados en hileras paralelas al alero, recibidas con mortero de cemento y arena de río 1/8.

- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de 8 + 4, con hormigón HA-25, armaduras de negativos, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de 25 + 4, con hormigón HA-25, armaduras de negativo, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Canalón oculto de zinc, circular o rectangular de 45 cm de desarrollo, completo e instalado en azoteas con faldón a la catalana.

Los acabados del edificio corporativo atenderán a los siguientes requerimientos:

- Tabiques de ladrillo hueco sencillo de 25 x 12 x 4 cm, recibido con pasta de yeso negro.
- Enfoscado fratasado a buena vista, en paramentos horizontales, de 20 mm de espesor, con mortero de cemento (II-Z/35A) y arena de río 1/4(M-80).
- Enlucidos con yeso blanco, en paramentos verticales, de 3 mm de espesor, incluso formación de rincones, guarniciones de huecos y remates con rodapié.
- Pintura plástica lisa mate blanco, en paramentos interiores verticales y horizontales; dos manos, incluso lijado, mano de imprimación con plástico diluido y acabado.
- Alicatados de azulejos serigrafiados, de 20x20 cm, recibidos con mortero de cemento.
- Carpintería de madera para puertas, incluso barnizado, instalación y cristalería si procede.
- Carpintería de aluminio lacado, con ventanas de doble acristalamiento con rotura de puente térmico, incluso cristales, colocación y medidas según Planos de este Proyecto.
- Pavimento de baldosa de gres antideslizante, de 31x31 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, cama de 2 cm de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm de espesor, incluso rejuntado y limpieza.

El edificio estará dotado de las siguientes instalaciones:

- Instalación de saneamiento con conexiones y arquetas totalmente terminada y acabado hasta punto de vertido, incluyendo fosa séptica de 1000 l de capacidad para recogida de las fecales. Deberá respetarse todas las indicaciones documentadas en los planos de este Proyecto, así como cumplir la Normativa vigente en este tipo de instalaciones.
- Instalación de energía eléctrica, incluyendo cuadro eléctrico.
- Instalación interior de distribución de agua fría y agua caliente sanitaria.

- Instalación de protección antiincendios consistente en extintores, equipos de detección y alarma, bocas de incendio equipadas e hidrantes exteriores según lo dispuesto en este Pliego y atendiendo la Normativa vigente en Protección contra Incendios. Ver apartado 2.21 acerca de Equipos Contra Incendio.
- Instalación de radiadores y caldera para calefacción y agua caliente sanitaria.
- Equipamiento de lavabos y aseos según planos del Proyecto, compuestos por armarios espejos y duchas donde corresponda. Los sanitarios serán de tipo fluxor y se entregarán totalmente colocados.
- Equipamientos de oficinas incluyendo mobiliario necesario, al menos dos mesas de trabajo por estancia, armario y dos sillas.

5.26.14 *Equipo de laboratorio*

En la planta baja del edificio corporativo se dispone de un pequeño equipo de laboratorio para realizar los análisis mínimos de control de calidad del producto final constituido por:

- ❑ Espectrofotómetro UV-VIS de las siguientes características:
 - Lectura digital.
 - Memoria para 100 curvas.
 - Rango. 190 -1100 nm.
 - Lectura en absorbancia, transmitancia y concentración.
 - Resolución: 1nm.
- ❑ Medidor de pH y conductividad manual
- ❑ Estufa para calentar tubos DQO 150°C.
- ❑ Mufla Vulcan 3-550 NEY o similar.
- ❑ Unidad de destilación por arrastre de vapor con recipientes Kjeltex System
- ❑ Balanza Mettler Toledo AG-255 o similar.
- ❑ Frigorífico de 300 l con congelador.
- ❑ Placas calefactoras de 20 x 40 Selecta o similar.
- ❑ Destilador de agua modelo Seradest de la casa USF o similar.
- ❑ Conjunto de material, vidrio y reactivos necesarios para realizar un control analítico básico de la planta:
 - 30 tubos de vidrio de tapón roscado conjunta de teflón (10 ml).
 - 5 matraces aforados de un litro.
 - 10 matraces aforados de 100 ml.
 - 5 vidrios de reloj.
 - 2 cubetas de 1 cm. de paso de luz

- 4 buretas graduadas de 50 ml.
- 5 pipetas aforadas de 2, 3, 5, 10, 20, 30 y 50 ml.
- 5 vasos precipitados de 100 ml.
- 5 probetas de 25 ml. Y 100 ml.
- 4 cápsulas o crisoles de porcelana.
- 2 desecadores.
- Metanol.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Sulfato de plata.
- Sulfato mercúrico.
- Agua destilada exenta de iones de amonio.
- Solución de carbonato sódico de 100 g/l.
- Solución de ácido bórico de 10 g/l.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1N.
- Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2%, 50 ml.
- Solución alcohólica de azul de metileno al 0.2 %, 25 ml.

El laboratorio deberá contar con una mesa contra pared, así como un armario para reactivos, armario general con baldas, dos sillas y dos fregaderos tal y como se indica en los Planos de este Proyecto

5.26.15 *Galería de servicios*

Se proyecta una construcción denominada “Galería de Servicios”, en orden a albergar el depósito de lixiviados, humidificador de gases, scrubber y bombas de impulsión y demás accesorios que de encontrarse a la intemperie, podrían sufrir un desgaste muy acusado.

Es una construcción simple a base de estructura metálica, de planta rectangular de 26.8 m. de largo x 4.6 m. de ancho, en la que intervienen los siguientes elementos constructivos:

- Pórticos de inercia constante en perfil doble T.
- Correas de cubierta en perfil tipo "Z" atornilladas sobre ejiones.
- Dinteles y pilares de cierre.
- Viga de atado en cabeza de pilares.
- Arriostramiento general en cubierta y elementos de arriostramiento vertical.
- Cubiertas en chapa de acero en perfil nervado, precalado de 0.6 mm de espesor, incluyendo p.p de solapes y accesorios de fijación. El remate en cumbrera se realizará mediante curvado de los extremos de las chapas.

- Lucernarios formados por placas de 1 mm de espesor, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección "Gel-Coat", incluso p.p de solapes y accesorios.
- Canalón conformado con chapa galvanizada de 1 mm de espesor, con plegado especial incluyendo tapas laterales y boquillas de conexión a bajantes.
- Placas de anclaje con acero tipo F-III y roscado mediante sistema de laminación especial.
- Arqueta de recogida de pluviales.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, especialmente las indicaciones recogidas en los Planos, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.16 *Balsa de lixiviados*

La balsa de lixiviados, se construirá a continuación del biofiltro, en un lateral de la plataforma de maduración, de forma rectangular de 22.5 × 12 metros de planta y 1 metro de profundidad.

La balsa de lixiviados estará conectada con el depósito cisterna para conseguir una mayor flexibilidad en la gestión de los lixiviados de la planta. La balsa es capaz de alojar 540 m³ de lixiviados, casi el 25 % de los generados en un año, y en caso de saturación del depósito cisterna se vaciará en parte este último hacia la balsa de lixiviados.

La balsa de lixiviados será completamente estanca, para lo cual se impermeabilizará obligatoriamente con polietileno de alta densidad.

Todos los accesorios y/o tuberías que se precisen para su funcionamiento deberán ser igualmente de polietileno de alta densidad.

La balsa de lixiviados deberá cumplir toda la Normativa Medioambiental vigente en gestión y almacenamiento de lixiviados así como cualquier otra dentro de su competencia.

5.26.17 *Depósito de lixiviados*

El depósito de lixiviados debe tener una capacidad de 100 m³ con una longitud de 10 m.

El depósito será construido en hormigón, según figura en los Planos de este Proyecto, y sus paredes estarán impermeabilizadas obligatoriamente con polietileno de alta densidad.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.18 Bombas

5.26.18.1 Prescripciones generales de diseño

El diseño, fabricación y construcción de los conjuntos de bombas obedecerá a las últimas versiones de códigos, Normativa, recomendaciones de la IEC (Comisión Electrónica Internacional), reglamento de prevención de accidentes y reglamentación legal.

Todas las bombas estarán diseñadas para funcionamiento en continuo, salvo indicación en contrario. Cada bomba y su equipamiento estarán dispuestos de modo que permitan un fácil acceso para su operación, mantenimiento y desmontaje sin interrupción del funcionamiento de la planta.

Se deberán prever orejetas y anillas de elevación u otros dispositivos de manipulación que permitan el fácil manejo de la bomba y sus componentes.

Siempre que resulte práctico se usarán bombas de tipo estándar con características adecuadas

Se suministrarán únicamente marcas y modelos de eficacia probada. Todos los accesorios y el diseño global de la bomba serán adecuados para funcionamiento automático, según planificación de los sistemas pertinentes.

Siempre que sea posible se utilizarán bombas centrífugas.

Todas las bombas estarán diseñadas para soportar una presión de prueba de 1,5 veces el máximo posible de presión de cierre de la bomba, en condiciones de máxima presión de admisión. Los difusores de descarga de aleación de hierro fundido, deberán estar diseñados para una presión de prueba de 1,5 veces la presión de diseño.

Todos los ejes de las bombas serán de tamaño suficiente para transmitir el máximo de la fuerza motriz. El eje de la bomba y el acoplamiento estarán dimensionados de modo que el máximo momento de torsión permisible del eje sea superior al máximo momento de torsión del acoplamiento. Será preferible el uso de bombas de acoplamiento directo.

Dispondrán de anillos de desgaste recambiables en la carcasa y en turbinas, cuando quede económicamente justificada su instalación.

Todas las piezas y accesorios de las bombas en contacto con el fluido bombeado se construirán en materiales específicamente diseñados para las condiciones y naturaleza del fluido bombeado, y serán resistentes a la erosión y la corrosión.

Cuando aparezcan especificaciones de material en las diversas especificaciones de bombas, se considerarán éstas como requisitos mínimos.

Siempre que las bombas estén dotadas de prensaestopas, los ejes deberán estar provistos de camisas protectoras recambiables de un material adecuado. Se facilitarán igualmente, según requisitos individuales, dispositivos de refrigeración, calefacción, limpieza por descarga de agua o bloqueo de las juntas del eje.

Los materiales de acondicionamiento seleccionados serán tales que no sea necesario utilizar anillos de cierre hidráulico.

Los collarines o juntas mecánicas de las bombas estarán dispuestos de tal modo que permitan el embalaje o colocación de las juntas de recambio, con la mínima interrupción en el funcionamiento de la instalación

Para mayor facilidad de mantenimiento, la carcasa de la bomba estará dividida (preferiblemente en partes horizontales) y estará diseñado de tal modo que permita la extracción de la turbina y el eje sin afectar las canalizaciones más importantes y las válvulas que transportan el fluido bombeado. En general, se colocarán acoplamientos en todas las bombas horizontales con rotores extraíbles, a fin de facilitar el desmontaje sin extraer el motor.

Se montará cada bomba horizontal con su impulsor en una placa base de montaje y de construcción sólida.

Las bombas se ubicarán con sumo cuidado para garantizar que la carga de aspiración neta positiva (NPSH) sea adecuada al tipo de bomba utilizado en todas las condiciones de funcionamiento. Los valores NPSH se referirán a las condiciones de funcionamiento menos favorables, presión atmosférica inferior, nivel inferior de agua en el lado de admisión de la bomba, y temperatura superior del fluido bombeado. Si no existe indicación en contrario, se contemplará un margen de seguridad de 0,5 m. al máximo NPSH requerido.

Se realizará un equilibrado estático y dinámico, en la medida en que sea aplicable, en las piezas individualmente, y tras el montaje, en la parte rotativa de todas las bombas centrífugas.

Las bombas funcionarán con suavidad en toda la gama de velocidades hasta alcanzar sus velocidades de régimen. La primera velocidad crítica acoplada deberá superar al menos en un 20 % a la máxima velocidad de régimen. Se determinará el diámetro del eje y la distancia entre rodamientos consecutivos de manera que quede contemplado un margen de seguridad suficientemente amplio para satisfacer esta condición.

5.26.18.2 Características de las bombas

En el caso de que se hayan instalado diversas bombas para una misma función, éstas serán adecuadas para su funcionamiento en paralelo, sin limitaciones. Las características de carga/caudal de las bombas serán tales que la carga aumente continuamente con la disminución del caudal, alcanzando la máxima carga en el punto cero de caudal.

Excepto indicación en contrario, todas las bombas deberán poder funcionar al 110 % de la capacidad de régimen a la carga nominal. No se ofertarán turbinas de tamaño máximo en ninguna bomba. En caso de instalar una turbina de mayor tamaño, se preverá un aumento mínimo del 5 % de la carga. Se determinará el rendimiento del motor de transmisión en función de los requisitos técnicos citados anteriormente y de los requisitos especificados en la parte eléctrica.

5.26.18.3 Accesorios de montaje

Excepto indicación en contrario, se instalarán todas las bombas con válvulas de aislamiento, una válvula de retención y manómetros de admisión y descarga. Se facilitarán acoplamientos accesibles con protecciones de tipo extraíble.

La adaptación de las válvulas de acoplamiento será mecanizada para garantizar un alineamiento exacto. Los acoplamientos y transmisiones tendrán una capacidad nominal mínima del 120 % del par motor o energía potencial máxima.

Se instalarán válvulas de cebado en todas las bombas en puntos adecuados de la carcasa de la bomba, excepto si la propia bomba es de tipo de autocebado con sistema de toberas de admisión y descarga.

Las bridas en todos los modelos serán según DIN

5.26.18.4 Características de las bombas a instalar

Las características y referencias de las bombas a instalar son las que se exponen en la siguiente tabla:

Referencia de la bomba	Capacidad	Potencia instalada
Bomba aspiración del scrubber	40 m ³ /h	7,5 KW
Bomba aspiración del filtro	10 m ³ /h	1,5 KW
Bomba recirculación de lixiviados	40 m ³ /h	11 KW

Tabla 5.80: Referencias y características de las bombas a instalar

5.26.19 Ventiladores

5.26.19.1 Prescripciones generales de diseño

Todos los ventiladores estarán diseñados para funcionamiento en continuo salvo indicación en contrario.

Cada ventilador y su equipamiento estarán dispuestos de modo que permitan un fácil acceso para operaciones de mantenimiento y desmontaje sin interrupción del funcionamiento de la planta.

Se deberán prever orejetas y anillas de elevación u otros dispositivos de manipulación que permitan el fácil manejo de la bomba y sus componentes.

Siempre que resulte práctico, se usarán ventiladores de tipo estándar con características adecuadas. Se suministrarán únicamente marcas y modelos de eficacia probada. Todos los accesorios y el diseño global del ventilador serán adecuados para funcionamiento automático, según planificación de los sistemas pertinentes.

Siempre se utilizarán ventiladores centrífugos.

Los ventiladores funcionarán con suavidad en toda la gama de velocidades hasta alcanzar sus velocidades de régimen. La primera velocidad crítica acoplada deberá superar al menos en un 20% a la máxima velocidad de régimen.

5.26.19.2 Construcción mecánica del ventilador

La voluta estará fabricada en acero al carbono, tendrá oído simple y dotada de bridas en aspiración y en impulsión. Se proveerá trampilla de inspección de dimensiones suficientes. La voluta será construida en dos partes: una inferior y otra superior que deberá ser desmontable.

La parte inferior va provista de una purga para vaciado de condensados o inclusiones de agua.

La turbina está compuesta por la maza, discos laterales y álabes inclinados hacia atrás, estando convenientemente reforzada y montada sobre un eje de acero semiduro de forma desmontable.

El eje va apoyado sobre cojinetes de rodillos oscilantes, diseñados éstos para resistir las sollicitaciones mecánicas, térmicas y vibratorias que se originen, y tendrán una vida útil mínima de 20000 horas de trabajo. La turbina está dispuesta en voladizo sobre el conjunto eje-cojinetes.

Los álabes y disco de la turbina son de material antidesgaste con una dureza mínima de 200 Brinell.

Se dota al eje de dos pequeñas turbinas próximas a los cojinetes con la misión de renovar el aire suficiente a los mismos.

El acoplamiento motor-turbina será de tipo elástico, calculado para transmitir el máximo par de trabajo que se genere y con un periodo de vida mínimo de 30.000 horas.

La bancada, se construye en acero A42B y es común al motor y ventilador. La bancada estará convenientemente rigidizada para evitar vibraciones o resonancias.

El diseño de las cajas de los rodamientos en ventiladores de eje horizontal será tal que permita el cambio de los rodamientos sin extraer el ventilador o el motor de su carcasa. En ventiladores de eje horizontal, las cajas de los rodamientos estarán eficazmente protegidas contra el ingreso de agua, fluido ventilado y polvo, mediante deflectores.

Los rodamientos lubricados con aceite con aro de engrase, están provistos de cárter de aceite de nivel constante y todos los carters de aceite de los rodamientos incorporarán un visor de indicación del nivel de aceite. Se preverán medios para la purga de las cajas de rodamientos. Los desagües de aceite estarán provistos de válvulas de compuerta, así como de espacio suficiente aguas abajo de las válvulas de purga para su recogida.

En el caso de que instalemos diversos ventiladores para una misma función, éstos serán adecuados para su funcionamiento en paralelo, sin limitaciones. Las características de carga/caudal de los ventiladores serán tales que la carga aumente continuamente con la disminución del caudal, alcanzando la máxima carga en el punto cero de caudal.

Todos los ventiladores podrán funcionar al 110 % de la capacidad de régimen a la carga nominal.

5.26.19.3 Características y referencias de los ventiladores a instalar

Las características y referencias de los ventiladores a instalar quedan recogidas en la siguiente tabla:

Referencia del ventilador	Capacidad	Potencia instalada	Unidades
Ventilador extracción máquina mezcladora	1400 m ³ /h	2 KW	1
Ventilador de túnel de fermentación	7500 m ³ /h a 5500 Pa	22KW	5
Ventilador de extracción de túneles	20000 m ³ /h a 3000 Pa	30KW	12

Tabla 5.81 Referencias y características de los ventiladores a instalar

5.26.20 *Termo eléctrico*

Se instalarán dos termos eléctricos de las siguientes características:

- Fabricados en chapa de acero esmaltada, con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, libre de CFCs. Protegidos contra la corrosión mediante ánodo de magnesio.
- Termostato accesible, para elección de la temperatura.
- Capacidad de acumulación 200 l.

5.26.21 *Equipos contra incendios*

La planta de compostaje se dotará de una serie de equipos de detección y contra incendios, que permitan en primer lugar una rápida detección de un eventual incendio y una respuesta eficaz que impida su desarrollo.

La instalación y equipos de protección contra incendios deberán satisfacer el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, recogido en el Real Decreto 1942/1993.

5.26.21.1 *Extintores portátiles*

Todos los extintores, sus características y especificaciones se ajustarán al Reglamento de Aparatos a Presión y a su Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5.

5.26.21.1.1 *Extintores portátiles de polvo polivalente*

Los extintores de polvo seco o polivalente serán de presión incorporada y el gas impulsor será el Nitrógeno, su capacidad será de 9 kg.

Se dispondrán los siguientes extintores polivalentes:

- Planta baja del edificio corporativo, un extintor frente a la escalera.
- Planta primera del edificio corporativo, frente a la escalera.
- Nave de mezcla, dos extintores, uno en cada salida.
- Nave de almacenamiento, tres extintores, una en cada salida.
- Nave de maduración, tres extintores situados en el centro y extremos de la nave, en los laterales de la misma.

5.26.21.1.2 *Extintores portátiles de CO₂*

Extintores de CO₂ (anhídrido carbónico), este gas se encerrará en el recipiente en fase líquida, con una capacidad de estos extintores será de 5 kg.

Se dispondrán los siguientes extintores de CO₂:

- Planta baja del edificio corporativo, un extintor en la fachada del laboratorio.
- Planta primera del edificio corporativo, un extintor en la fachada del departamento de administración.

- En la Nave de Almacenamiento se instalará un extintor de CO₂ cada 150 m² no siendo superior a 15 metros la distancia a recorrer para acceder a un extintor

5.26.21.2 *Bocas de incendio equipadas*

En el edificio corporativo se instalarán dos bocas de incendio equipadas, una en la planta baja en la fachada perteneciente al local de primeros auxilios, y otra en la primera planta en la fachada de la Administración de la Planta.

En la nave de almacenamiento se instalarán tantas Bocas de Incendio Equipadas al menos, como el mínimo señalado por Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios del Real Decreto 1942/1993.

El sistema de Bocas de Incendio Equipadas se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 Kpa (10 Kg/cm²) manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Las bocas de incendio equipadas serán de las siguientes características:

- Armario metálico resistente a la intemperie con frente de cristal, construido en chapa metálica y protegido con una capa de pintura, incluirá marco cromado abatible con bisagras.
- Devanadera metálica, cromada y giratoria para arrollar una manguera.
- La manguera estará conectada a la red de suministro de agua, pudiendo ser 25 mm ó 45 mm de diámetro, siendo su longitud mínima de 20 m. Estará fabricada en poliéster y con recubrimiento interior en caucho sintético s/norma UNE 23091. La presión mínima de servicio será de 15 kg./cm².
- La manguera llevará conectada a su extremo una lanza proyectora de dos o tres posiciones, con proyección en forma de chorro o de nieve y con mecanismo de cierre.
- Existirá una válvula de paso con manómetro indicador de la presión de la red, el manómetro será de acero inoxidable.
- Los racores de unión serán metálicos, con acabado exterior abrillantado y protegido de la oxidación.

El cálculo de las bombas Jockey necesarias para el mantenimiento mínimo de presión en red para este tipo de instalaciones no es objeto de este Proyecto. La empresa instaladora será la encargada de emprender cuantas acciones sean necesarias para la correcta instalación de las Bocas de Incendio Equipadas.

5.26.21.3 *Instalación de detección y alarma*

El conjunto de la instalación de detección y alarma consta de los siguientes elementos:

- Central de control y alarma.
- Subcentrales de aviso en plantas y/o sectores de plantas.
- Cabezas detectoras.
- Pulsadores para alarma manual.
- Campanas para alarma acústica.
- Instalación de líneas de cables.

Toda instalación de detección y alarma de humos se basa en un panel de control que consta de un Módulo común, que distribuye y controla la energía y otras funciones generales o comunes del panel. El panel dispone de una serie, variable en cantidad según los casos, de Módulos de zona a los que van conectados cada zona o línea de detectores correspondiente. Cada uno de estos Módulos dispone de:

- Piloto de Alarma de fuego, normalmente de color rojo y apagado. En caso de incendio en la zona se enciende.
- Piloto de Alarma de avería, normalmente de color amarillo o ámbar y apagado, que se enciende en caso de avería en esa zona.
- Piloto de energía, normalmente de color verde y encendido, que se apaga cuando falta alimentación en esa zona.
- Pulsador para prueba de lámparas de pilotos.
- Interruptor o pulsador de "Silencio" de alarma.
- Interruptor o pulsador de Prueba.

El panel de control y alarma se alimenta normalmente de corriente continua a 12 (V) o 24 (V), la cual es preparada por un panel de alimentación que recibe corriente eléctrica normal alterna a 220 (V) y la transforma y rectifica. A su vez mantiene en carga a unas baterías de socorro que están continuamente en flotación para alimentar al Sistema en caso de falta de Energía Eléctrica de la red general. Estas Baterías deben calcularse para que mantenga al Sistema de Detección funcionando durante setenta y dos horas en estado de vigilancia y de media hora en estado de alarma.

El panel de Control y Alarma está diseñado para que cada zona esté supervisada de cualquier corte de cable o desconexión con un Relé sensible a una pequeña corriente que circula por la línea, merced a una resistencia final de línea que se desactiva al interrumpirse ésta, sonando así la alarma de Avería. En nuestro caso, el panel de Control estará situado en la planta baja, junto a la salida.

Aparte de las alarmas ópticas en el panel, ya descritas, siempre se disponen una Alarma Acústica de Fuego y otra de Avería junto al panel, llamadas "Comunes".

La detección de incendios se basa en un sistema que acusa las manifestaciones del fuego según diversos grados de rapidez y seguridad (en este caso detectores de humos). La instalación del cableado, puede realizarse oculta o a la vista, y se efectúa con dos cables de 1,5 mm² de sección para cada derivación de detección.

Debe instalarse una centralita de señalización de detectores, con distribución a tres hilos, también de 1,5 mm², para tener la disponibilidad de instalar repetidores luminosos en las proximidades de cada cabeza.

El cableado en las conducciones verticales puede hacerse bien dentro de tubos metálicos o de plástico rígido, o bien por medio de cable tipo manguera, procurando evitar zonas expuestas a la prolongación de un incendio y, en lo posible, separadas de las restantes instalaciones.

En cuanto a la disposición de los detectores, se basa en las denominadas "Superficies de Control", las cuales son fundamentales a la hora de distribuir los detectores. Debe instalarse un detector cada 60 m² y en pasillos uno cada 11,5 m lineales en el edificio corporativo, y cada 120 m² en la nave de almacenamiento. La nave de maduración y nave de mezcla están exentas de esta instalación.

Los pulsadores para alarma manual o campanas de aviso de la instalación no suelen presentar dificultades de implantación, ya que solamente conectan a dos hilos y su localización no exige gran exactitud. La única condición exigible a los Pulsadores es que estén bien visibles y al alcance de cualquier persona. Se instalarán un pulsador de alarma en cada planta del edificio corporativo, y todos aquellos que recomiende la Normativa de Protección y Detección de incendios en la Nave de almacenamiento.

En cuanto a la previsión de una alarma, lo más adecuado es una alarma de dos tonos con señales de desalojo de urgencia según la Norma AFNOR para no producir pánico, ya que su única finalidad es transmitir desde el puesto de control centralizado una señal perceptible de la existencia de un incendio para sus ocupantes.

El sistema se completará con una alarma externa, sirviéndose en este caso de una ayuda supletoria mediante una lámpara con destellos que tiene por objeto la rápida localización por el servicio de Extinción de Incendios del lugar donde se ha producido el siniestro.

El sistema de detección de incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a la Norma UNE 23.007. Antes de su instalación, necesitarán ser certificados por un organismo de control.

5.26.21.4 *Instalación del cableado de los equipos de detección*

El cableado de la instalación detectora de incendios se alimenta a través de una red propia de conductores, ampliándose los siguientes preceptos:

- Los cables se tenderán y fijarán con la suficiente protección mecánica y cumplirán con los requisitos de protección del local al que correspondan. Los cables serán tendidos en tubos protectores de acero.
- La sección de los conductores serán de 1.5 mm².
- El número de uniones de conductores se mantendrá lo más reducida posible. Las uniones imprescindibles serán soldadas o atornilladas.
- Las conducciones se fijarán con material adecuado, de modo que sean suficientemente seguras.
- Si fuese necesario, se tomarán medidas especiales contra interferencias eléctricas (por rayos, conexión de grandes consumidores, chispas eléctricas, etc...)

5.26.21.5 *Detectores de humos*

Se deberán instalar detectores de humos de ionización, basándose en las variaciones de ionización del aire por la presencia de humos.

Todos los detectores se dotarán de indicador de accionamiento y se montarán sobre bases estándar, siendo todos ellos intercambiables.

Los zócalos incluirán placa de blindaje para evitar las interferencias electromagnéticas.

5.26.21.6 *Central de detección de incendios.*

La central se instalará en la sala de control del edificio corporativo y será de control modular, para instalaciones con detectores convencionales o analógicos, debiendo incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Módulo de zonas de detección.
- Módulo de zona de extinción.
- Módulo de relés libres de tensión.
- Módulo indicador de pilotos.
- Módulo de control.
- Módulo de alimentación.
- Baterías de emergencia.

Los requisitos mínimos exigidos son los siguientes:

- Diferentes indicaciones ópticas y acústicas para alarma y avería.
- Indicación automática de avería en caso de rotura de algún conductor.

- Indicación automática de averías en caso de cortocircuito.
- Control automático de todas las funciones centrales, tales como alimentación eléctrica, baterías, fusibles.
- Supervisión de alimentación primaria con conexión automática del equipo de baterías de emergencia.
- Cargador de baterías.
- Conexión a la red de 125V (tensión segura).
- Chequeo de la central personalizado.
- Protección IP-32.
- Bocina de alarma o zumbador montado directamente en la central.
- Posibilidad de intercalar módulos de relés o extinciones
- Salida para ordenador exterior.
- Salida para impresora exterior.
- Configurable por el usuario.

5.26.21.7 Instalaciones exteriores contra incendios

La instalación exterior contra incendios la conforman cuatro hidrantes exteriores y una caseta para protección del grupo de bombeo preciso para elevar la presión de salida en los hidrantes. Asimismo se deberá instalar un depósito que asegure la autonomía del sistema de protección contra incendios.

5.26.21.7.1 Hidrantes exteriores

Se instalarán dos hidrantes en las inmediaciones de del edificio corporativo sin existir un requerimiento de posicionamiento concreta siempre y cuando resulten de fácil acceso a los cuerpos de bomberos. Se instalan también dos hidrantes, uno en cada extremo de la nave de almacenamiento.

Los hidrantes tendrán las siguientes características:

- Hidrante de columna seca
- Antichoque y antihielo de 3".
- Bocas de 1x70/2x45 mm, con racores según Norma UNE
- Tapones antirrobo y carrete de 300 mm, en toma recta a la red.

Las distintas tuberías de la instalación serán de fundición dúctil de 150 mm de diámetro con revestimiento interior de brea-epoxi y exterior de pintura anticorrosión.

5.26.21.7.2 Caseta de alojamiento de equipo de bombeo

Se construirá una caseta para alojamiento de equipos de bombeo de la red de protección contra incendios, de 2.40x2.40 m y 2.50 metros de altura mínima, realizada en bloques de hormigón gris de 40x20x20 cm, enfoscados y fratasados, con forjado

unidireccional de 22+4 cm, formado por viguetas auto resistentes de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm e impermeabilización asfáltica.

5.26.21.7.3 *Equipo de bombeo*

El equipo de bombeo constará de:

- Bomba Jockey de 12 m³/h de caudal, presión de arranque de 6.5 Kg/cm² y presión de parada de 8 Kg/cm².
- Grupo electrobomba principal con caudal de 84 a 126 m³/h, altura manométrica de 84 a 120 m.c.d.a. y potencia de 50 CV.
- Bomba diesel con caudal de 84 a 162 m³/h y 65 CV de potencia.
- Depósito acumulador de 50 l a 17 kg/cm².
- Caudalímetro
- Válvulas y accesorios

5.26.21.7.4 *Depósito contra incendios*

Se instalará un depósito exterior de 150 m³ de capacidad. La instalación del depósito correrá a cargo de un instalador debidamente autorizado en Instalaciones Contra Incendios.

El depósito será de categoría 2, tal y como define la norma U.N.E. 23-500-90 de "Sistemas de Abastecimiento de Agua Contra incendios".

El depósito de agua contra incendios estará fabricado en acero al carbono e incorporará como parte de suministro todos los accesorios necesarios (indicadores de nivel, bridas de conexión, etc), necesarios para el aseguramiento del servicio de protección contra incendios tal y como define el reglamento RD. 1942/1993.

5.26.22 *Iluminación*

El número de luminarias a instalar en cada caso por la empresa adjudicataria deberá ser aquel que proporcione, aproximadamente un nivel de iluminancia medio en servicio que oscile entre los valores recomendados y óptimos ofrecidos por la siguiente tabla, para cada caso particular.

El tipo y la potencia de la luminaria deberán ceñirse en cada caso a lo expuesto a continuación en este Pliego.

Clases de local	Iluminancia media servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Optimo
Zonas generales edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos,	100	150	200

lavabos, almacenes y archivos			
Oficinas			
Oficinas normales, salas de proceso de datos, salas de conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 5.82: Iluminancia media en servicio según clase de local

5.26.22.1.1 Iluminación industrial interior

Para la iluminación interior de las naves de mezcla, almacenamiento y maduración se utilizarán lámparas de descarga de vapor de alta presión (V.S.A.P.), puesto que éstas son las más ventajosas para alturas mayores de 6 metros. Los puntos de luz estarán compuestos por luminaria de aluminio estanco tipo PZE o similar, con lámpara de 250 W/220 V y equipo de encendido.

Para la galería de servicios y la caseta de alojamiento del equipo de impulsión de la instalación contra incendios se emplearán fluorescentes, pues estos ofrecen soluciones de iluminación más eficientes para puntos de luz situados a alturas menores de 6 metros.

5.26.22.1.2 Iluminación interior del edificio corporativo

Se instalarán luminarias fluorescentes de 58 W en todas las dependencias, todas ellas empotradas para una mejor protección y sencilla instalación.

5.26.22.2 Iluminación exterior

En los aparcamientos se utilizarán luminarias de 250W, de 3,5 metros de altura con decorativa esférica, que incorpore un reflector diseñado para limitar la contaminación lumínica con un máximo rendimiento, permitiendo reducir el número de puntos de luz instalados y ahorrar energía.

En los viales que rodean la nave de maduración se luminarias de 150W de vapor de sodio de alta presión montada sobre columna de 9 metros de altura.

La luminaria, será esférica de 550 mm. de diámetro, formada por globo de policarbonato opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobo de fundición inyectada de aluminio, con lámpara ovoide de vapor de sodio alta presión de 150 W. y equipo de arranque. Grado de protección IP 55/Clase I.

La columna de 9 m. de altura, estará compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 cm. de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón H-150 y pernos de anclaje.

5.26.22.3 Alumbrado de emergencia

Se instalarán equipos autónomos de alumbrado, en el edificio corporativo y todas las naves de la Planta, que estarán permanentemente conectados al circuito de alumbrado normal.

Estos equipos se encenderán automáticamente en caso de fallo de suministro, y se apagarán cuando ésta se restablezca. Estarán dotados de baterías herméticas de níquel-cadmio, capaces de mantener una hora de autonomía con una o dos lámparas incandescentes. Asimismo se instalarán lámparas de emergencia encima de todas las puertas de la planta.

5.26.23 Cerramiento de la parcela

Se protegerá todo el perímetro de la finca con un cerramiento formado por enrejado simple y postes metálicos. El cerramiento cumplirá la misión de mantener fuera de la finca a personas ajenas a la explotación de la Planta de Compostaje, así como evitar la entrada de animales al recinto.

El enrejado tendrá una altura de 1.5 m.

5.26.23.1 Características de los postes del cercado

Los postes serán de 1.80 m. de altura y 5cm. de diámetro tienen las siguientes características:

- Resistencia a la tracción de 38 a 45 Kg/mm².
- Características mecánicas de la chapa según norma UNE 36137.
- Accesorios acoplados a la cremallera mediante tornillo de fijación.
- Tapón de polipropileno no degradable por exposición a los agentes atmosféricos.
- Grapa de alambre galvanizado reforzado, fijada verticalmente a la cremallera para impedir el posible deslizamiento longitudinal de la misma.

5.26.23.2 *Malla simple a torsión*

Enrejado simple torsión de forma romboidal fabricado con alambre de 400 N/mm² de resistencia. La malla debe estar galvanizada y plastificada como garantía de vida frente a la corrosión de los agentes atmosféricos a los que estará expuesto.

5.26.24 *Jardinería*

Se ha reservado una zona ajardinada a fin de mejorar la estética de la Planta de Compostaje, facilitando de esta forma la integración de la planta con el paisaje del que forma parte.

El área que sea catalogado como zona verde por los Planos de la Propiedad deberá ser dotado de césped natural. Para ello se ejecutarán las siguientes operaciones:

- Desbroce y preparación del terreno para la siembra, comprendiendo un desbroce y posterior rastrillado para retirada de sólidos superiores a 10 mm. Y posterior transporte a vertedero.
- Un aporte y extendido de abono mineral químico para césped en dosis de 50 g/m².
- Sembrado. El sembrado se llevará a cabo con semillas para césped tipo jardines urbanos, con una densidad de semillas en dosis de 30 a 60 gr/cm².

Asimismo se plantará un arbolito de tipo palmeroide por cada 30 m² de superficie ajardinada.

5.26.25 *Garantía de los equipos*

El vendedor garantizará los equipos y sus componentes contra todo defecto de material, diseño, construcción y funcionamiento para un periodo de un año a partir de la puesta en marcha.

El vendedor se comprometerá a reparar o sustituir cualquier pieza defectuosa por los conceptos mencionados, así como a realizar las modificaciones que sean necesarias para conseguir el perfecto funcionamiento dentro del plazo de garantía sin recargo alguno para el comprador.

Las piezas así sustituidas contarán con una prórroga de la garantía de doce meses contados a partir de la fecha de sustitución.

El comprador se reserva el derecho de rechazar el equipo si no se consiguen los niveles adecuados en las pruebas de funcionamiento en presencia de personal cualificado del constructor y comprador.

5.26.26 *Inspecciones de los equipos*

Durante el curso de la fabricación, el comprador por medio de sus representantes tendrá libre acceso a los locales donde esté efectuándose cualquier trabajo relacionado con los equipos objeto de esta especificación.

En general, la inspección constará en lo siguiente:

- Comprobación en los acopios de materiales y avance en la fabricación según los programas establecidos con anterioridad.
- Examen de los certificados de calidad de los distintos materiales empleados en la fabricación.
- Control dimensional de los equipos y componentes en base a los planos aprobados.
- Control visual de las soldaduras.

5.26.27 *Pruebas*

5.26.27.1 *Pruebas de taller*

Se limitarán al rodaje en vacío de los subconjuntos premontados para la comprobación de:

- Niveles anormales de ruido y vibración.
- Rozamientos.
- Interferencias.
- Defectos de materiales.

5.26.27.2 *Pruebas en planta*

El constructor asistirá al comprador en la realización de las pruebas de rodaje en vacío y funcionamiento en las condiciones de alimentación especificadas.

El comprador no dará la aceptación definitiva del conjunto hasta que éste no opere a plena satisfacción bajo las condiciones especificadas.

5.27 Especificaciones de ejecución

5.27.1 Objeto

El presente Pliego de Especificaciones de Ejecución tiene por objeto la fijación y ordenación de las condiciones técnicas por las que ha de regirse la ejecución de las obras de la Planta de Compostaje para el tratamiento de la fracción orgánica de la gallinaza en Túneles de Hormigón.

5.27.2 Descripción de las obras

La descripción detallada de la misma se expone en los apartados y anexos correspondientes de la Memoria del Proyecto “Diseño de una Planta de Compostaje para el Tratamiento de Residuos de Gallinaza”

5.27.3 Relación de pliego y normas

Además de lo especificado en el presente pliego, serán de aplicación las siguientes disposiciones, normas y reglamentos cuyas prescripciones, en cuanto puedan afectar a las obras objeto de este pliego, quedan incorporadas a él formando parte integrante del mismo. Son las que se enumeran:

- Pliego General de Condiciones para la recepción de conglomerantes hidráulicos en las obras de carácter oficial aprobado por O.M. del 9 abril de 1964.
- Instrucción para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa o armado (EH- 91).
- Normas MV-101 a 107.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de aguas (1973).
- Reglamento electrónico de alta y baja tensión (M.I.).
- Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-76).
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Fomento (P.P.T.G.).
- Normas MV del Ministerio de la Vivienda.
- Normas U.N.E.
- Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas.
- Prescripciones Técnicas del Instituto Eduardo Torroja (P.I.E.T.).
- Normas de ensayo del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo del Centro de Experimentación del Ministerio de Fomento.
- Instrucción de Carreteras de la Dirección General de Carreteras (I.C.).
- Reglamento del Ministerio de Industria para estaciones de transformación.
- Disposiciones vigentes referentes a Seguridad y Higiene en el Trabajo.
- R.D. 1627/1997 de 24 octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

5.27.4 Condiciones que deben cumplir los materiales

5.27.4.1 Procedencia y almacenamiento

5.27.4.1.1 Procedencia de los materiales

Todos los materiales que hayan de emplearse en la obra serán suministrados por el contratista de las mismas.

La Dirección de obras se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que procedan de lugares y firmas cuyos productos no ofrezcan la suficiente garantía.

5.27.4.1.2 Almacenamiento

El contratista debe cuidar convenientemente el almacenamiento de materiales que tenga a pie de obra, siendo de su cuenta el reponer aquellos que presenten defectos, o estén en malas condiciones, debido a deficiencias del almacenaje, o a otras causas a él imputables.

La Dirección de obra podrá pedir al contratista que se realicen ensayos periódicos, especialmente poco tiempo antes de su utilización de aquellos materiales que sean más susceptibles de ser dañados durante el almacenaje, como los conglomerantes hidráulicos.

5.27.4.2 Movimiento de tierras

5.27.4.2.1 Suelos para terraplenes

Los materiales a emplear deben de estar exentos de contenido orgánico, pudiendo proceder de las excavaciones de la obra o de préstamos autorizados por la Dirección de la Obra.

Si los materiales o suelos excavados en la obra se utilizan para la formación de los terraplenes, se clasificarán en:

- Suelos inadecuados, que no podrán utilizarse en ningún caso.
- Suelos tolerables, utilizables en el cimientó y el núcleo del terraplén, pero no en su coronación.
- Suelos adecuados, que se utilizarán en la coronación y en cualquier zona del terraplén que haya de estar sometida a fuertes cargas o variaciones de humedad.

Para la clasificación de los suelos se atenderá a lo prescrito en el P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.2.2 Materiales para explanadas mejoradas

5.27.4.2.2.1 Materiales

Los materiales a emplear en explanadas mejoradas serán suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otra sustancia extraña.

5.27.4.2.2 *Condiciones técnicas y ensayos*

Cumplirán en todo las prescripciones para explanadas mejoradas del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.3 *Hormigones y morteros*

5.27.4.3.1 *Áridos para morteros y hormigones*

5.27.4.3.1.1 *Procedencia*

Los áridos no deben ser activos frente al cemento, ni deben descomponerse por la acción de los agentes exteriores a que estarán sometidos en la obra. Por tanto, no deben emplearse áridos procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc.

Como áridos pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable tras los pertinentes estudios de laboratorio.

En cualquier caso, la elección del árido se realizará conforme a las prescripciones recogidas en el capítulo II, artículo 7, de la norma EH-91, en lo referente a las condiciones del árido para obras en ambiente tipo II.

5.27.4.3.1.2 *Tamaño del árido*

El tamaño máximo de un árido grueso no excederá las siguientes dimensiones:

- La distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección de hormigonado.
- La distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado.
- La dimensión mínima de la pieza, excepto:
 - 0,33 de la anchura libre de los nervios de forjados y otros elementos de pequeño espesor que se justifique.
 - 0,5 del espesor mínimo de la losa superior de los forjados.

5.27.4.3.1.3 *Almacenamiento*

Los áridos deben almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente y, especialmente por el terreno. Se debe evitar una mezcla incontrolada de las distintas fracciones granulométricas.

5.27.4.3.2 *Conglomerantes*

5.27.4.3.2.1 *Condiciones generales*

Para la clasificación, usos recomendados y ensayos de recepción de los conglomerantes hidráulicos, será de aplicación cuanto dice el R.C.-76.

Aquellos conglomerantes no incluidos en el citado Pliego deberán cumplir las condiciones que se indiquen en el Pliego Particular o en su defecto las que exija la Dirección de la Obra.

5.27.4.3.2.2 Almacenamiento en obra

El contratista deberá disponer de los lugares apropiados para almacenar los conglomerantes hidráulicos, tanto si el suministro es en sacos como si es a granel.

En el primero de los casos los envases los recibirá cerrados, tal como hayan salido de fábrica, y el lugar elegido para su almacenaje deberá estar ventilado y defendido, tanto de la intemperie, como de la humedad del suelo y paredes.

En el caso de que el suministro fuese a granel, el almacenamiento se realizará en silos convenientemente aislados de la humedad.

En cualquiera de los dos casos se observará, además de lo dicho, lo expuesto en la E.H.-91.

5.27.4.3.2.3 Yesos

Son conglomerantes obtenidos por calcinación del aljez o del yeso artificial hasta conseguir el sulfato cálcico hemihidrato y molienda fina posterior.

El yeso de primera o blanco se utilizará para blanqueos, estucados, enlucidos y en general en los trabajos de acabado.

El yeso de segunda o negro se utilizará para enrasillados, bóvedas, tabicados, guarnecidos y demás trabajos que no aconsejen utilizar el yeso de primera.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, desechando aquella que pueda haber sobrado una vez finalizada la ejecución del trabajo en cuestión.

Cumplirán en todo lo exigido por el vigente Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos de 1972, editado por el Ministerio de Fomento y las modificaciones oficiales posteriores.

El yeso recibido en obra se conservará bajo techado y en ambiente seco. Para evitar la fermentación del yeso se prohíbe su exposición al sol y el almacenamiento en ambientes húmedos que disminuyan su dureza.

5.27.4.3.2.4 Escayolas

Serán de la mejor calidad, su color será blanco, y se utilizarán para vaciados, estucados muy finos, corridos de moldura de perfiles delicados, fabricación de moldes y otros finos especiales.

Al igual que los yesos, cumplirán en todo con lo exigido por el vigente Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos, de 1972, y las modificaciones oficiales posteriores.

5.27.4.3.3 Agua

Podrán emplearse, tanto para el amasado como para el curado del hormigón, aquellas aguas sancionadas como aceptables por la práctica. No es válida el agua de lluvia o aquella que contenga sustancias nocivas para el fraguado. En caso de que no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda sobre sus propiedades, las aguas deberán analizarse.

No deberán utilizarse aguas de mar o aguas salinas análogas para amasar el hormigón y, en ningún caso, para su curado, pues se reduce la resistencia del mismo en un 15% y se corroen las armaduras. Se deberán cumplir las condiciones exigidas en la EH-91.

5.27.4.3.4 Morteros de cemento

5.27.4.3.4.1 Definición

Se denomina mortero de cemento a la masa constituida por arena, cemento y agua, además de algún otro producto de adición para mejorar sus propiedades de forma opcional, que podrá ser autorizada por la Dirección de la Obra cuando lo considere oportuno.

5.27.4.3.4.2 Materiales

Los materiales cumplirán las condiciones establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de 1988 y en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en masa y armado (EH-91).

5.27.4.3.4.3 Clasificación y empleo

Se consideran las siguientes clases de- mortero, atendiendo a la cantidad de Kg. de cemento Pórtland contenidos en un metro cúbico de mortero:

- Mortero No 1, para fábricas de ladrillo, mampostería o piezas prefabricadas. Dosificación: trescientos (300) kilogramos.
- Mortero No 2, para rejuntados de fábrica. Dosificación: Cuatrocientos (400) kilogramos.
- Mortero No 3, para fábricas de ladrillos especiales, enfoscados interiores, enlucidos y corridos de cornisas o impostas. Dosificación: Cuatrocientos cincuenta (450) kilogramos.
- Morteros No 4, para enfoscados exteriores, bruñidos y terminación de pavimentos. Dosificación: Quinientos (500) kilogramos.

5.27.4.3.5 Hormigones

Habrán de cumplirse las Instrucciones EM-91 correspondientes al proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado y la EM-PRE-72 para la fabricación y suministro de hormigón prefabricado.

5.27.4.3.5.1 Tipos de hormigón

Los tipos de hormigón a emplear en cada elemento de la obra son los que se indican a continuación:

- Tipo I: Resistencia característica de cincuenta (50) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza como hormigón de limpieza en cimientos y soleras.
- Tipo II: Resistencia característica mínima de ciento cincuenta (150) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza en general para obras de hormigón en masa, o cimientos y soleras con armaduras, que podrán ser de acero corrugado o dulce.
- Tipo III: Resistencia característica mínima de doscientos (200) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza preferentemente en cimentaciones de máquinas y estructuras.

5.27.4.3.5.2 Cementos

Se emplearán cementos que sigan las recomendaciones de la instrucción EH-91.

En ningún caso se empleará cemento con resistencia inferior a 250 Kp/cm².

Además deberá transmitir al hormigón las cualidades que a éste se le exigen. En cualquier caso debe verificar las condiciones mecánicas y químicas especificadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-75).

Se recomienda la utilización de un cemento para la obtención de un hormigón en masa y armado de resistencia mecánica media, con nivel de agresividad moderado del ambiente (PORTLAND P-350). En caso de que fuese necesario se emplearía un cemento resistente a los sulfatos.

El cemento empleado deberá alcanzar su resistencia al cabo de 28 días. El fraguado no podrá comenzar antes de una hora, ni finalizar antes de cuatro horas ni después de 12 horas.

La finura de molido será tal que deje un 5% de residuo en el tamiz de 800 mallas y un 20% en el tamiz de 4900 mallas.

5.27.4.3.5.3 Suministro y almacenamiento

Las recomendaciones sobre la temperatura de suministro y almacenamiento son las siguientes:

- No debe superar los 70°C. Si no fuera así, se debe comprobar con anterioridad que no tiene tendencia a experimentar falso fraguado.

- Para manipulación manual se recomienda no superar los 40°C, o bien en 5°C a la temperatura ambiente para valores superiores.

El almacenamiento deberá disponerse de forma que se aíse totalmente de la humedad, ya sea en sacos o a granel. Es aconsejable un suministro continuo, para evitar largos almacenamientos.

Cuando no sea posible, y el periodo de almacenamiento supere el mes, se comprobará que las características siguen siendo las adecuadas.

5.27.4.3.5.4 Ensayos

Se realizarán los ensayos previos, característicos y de control, atendiéndose a lo que se indica en el artículo .referido de este pliego.

5.27.4.3.6 Fabricación y puesta en obra de morteros y hormigones

Para todo lo referente a morteros y hormigones se seguirán las prescripciones dadas por la vigente Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado, de Junio de 1991 (EH-91), tanto en su articulado como en sus comentarios complementadas con las que en este Pliego se señalen.

5.27.4.3.6.1 Morteros de cemento

La arena se mezclará con el cemento antes de verter el agua, continuando el batido después de echar ésta en la forma y cantidad que indique la Dirección de Obra, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme.

La pasta tendrá consistencia blanda, pero sin que se forme en la superficie capa alguna de agua cuando se introduzca en ella una vasija que se sacuda ligeramente. No se admitirán los morteros batidos por segunda vez.

5.27.4.3.6.2 Pasta de yeso

El yeso se verterá sobre el agua dispuesta en una artesa, mezclando rápidamente y procurando que no se formen grumos ni burbujas, se preparará a medida que se vaya necesitando, desechando totalmente aquella que pueda haber sobrado una vez finalizada la ejecución del trabajo en cuestión.

5.27.4.3.6.3 Hormigones en general

El hormigón se fabricará en hormigonera, nunca a mano.

El cemento y los áridos se medirán en peso, comprobándose sistemáticamente el contenido de humedad de los áridos, para tenerlo en cuenta al añadir el agua correspondiente a la hormigonera.

El tiempo de batido será de un (1) minuto para los primeros tres cuartos (3/4) de metro cúbico de capacidad de la hormigonera. Cuando el volumen de la amasada exceda

de esta cantidad se aumentará el tiempo de mezclado en veinte (20) segundos por cada metro cúbico o fracción de exceso.

Durante el funcionamiento de la hormigonera se verterá primero la mitad del agua de amasado, después el cemento y la arena simultáneamente, luego la grava y por último el resto del agua.

La descarga desde la hormigonera se hará de horma que no se disgregue el hormigón.

Si se emplea algún aditivo el Contratista instalará los dispositivos que sean necesarios para su correcta dosificación.

Además de todo lo anterior, se cumplirán las normas dadas por el EH-91.

5.27.4.3.6.4 Dosificaciones

Para obtener la fórmula de trabajo se especifica que la dosificación mínima de hormigón es la indicada a continuación:

- cemento P-350 284 Kg
- agua 190 litros
- arena (seca) 270 Kg
- gravilla (seca) 1660 Kg

Se admitirán tolerancias del tres por ciento (3%) en el cemento, del ocho por ciento (8%) en la proporción de los áridos y del tres por ciento (3%) en la concentración (relación agua cemento), habida cuenta de la humedad del árido.

La dosificación se efectuará con la instalación dosificadora por pesada o, en su defecto, según dosificación volumétrica de los áridos, para lo que se dispondrán recipientes adecuados.

El Contratista estudiará las proporciones en que debe mezclar los áridos, así como las cantidades de agua y cemento que ha de utilizar, para conseguir la resistencia característica solicitada para cada tipo de hormigón. Todo ello lo justificará mediante los oportunos ensayos, que serán requisito imprescindible para comenzar los trabajos de cualquier tipo de hormigón.

En particular, el Contratista no podrá disminuir sin la previa autorización de la Dirección de Obra, cantidad de cemento que normalmente venga utilizando en la dosificación del mismo hormigón, pero sin aditivo.

La Dirección de la Obra dará las oportunas autorizaciones escritas para poder utilizar cualquier tipo de aditivo. El empleo de dichos aditivos no releva al Contratista de cumplir todas las condiciones solicitadas al hormigón; además de las prescripciones dadas por el EH 91.

5.27.4.3.6.5 Transporte y puesta en obra del hormigón

El contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el procedimiento, instalaciones y medios que piensa utilizar en el transporte y colocación de los hormigones. No se podrá hormigonar ningún elemento sin la presencia de algún representante de la Dirección de Obra, o sin autorización escrita, siendo la obligación del Contratista avisar a dicha Dirección de Obra con el tiempo suficiente para que éste inspeccione el elemento dispuesto para hormigonar.

En general, no se dejará transcurrir más de una hora entre la fabricación y la puesta en obra; este plazo se rebajará para hormigones de consistencia seca y con ambientes calurosos o secos. Se evitará que el hormigón sea vertido con una caída libre de más de dos (2) metros de altura.

5.27.4.3.6.6 Compactación del hormigón

Todos los hormigones que se utilicen en la obra deberán ser compactados hasta eliminar los huecos y obtener un perfecto cerrado de la masa. Esta compactación se realizará mediante vibrado, y únicamente cuando este sistema no sea posible, se podrá realizar con el que señale la Dirección de Obra.

Los vibradores se introducirán y retirarán con movimientos lentos. Los vibradores de aguja se sumergirán profundamente en la masa, de forma que la punta penetre en la tongada inferior, y cuidando que la distancia entre los puntos de penetración sea tal, que la superficie de la masa quede humidificada uniformemente de modo brillante. Se cuidará en el hormigón armado que el vibrador no entre en contacto con las armaduras.

Además de lo anterior se cumplirán las prescripciones dadas por la EH-91.

5.27.4.3.6.7 Consistencia del hormigón

La consistencia del hormigón se define por uno cualquiera de los procedimientos descritos en los métodos de ensayo UNE- 7102 y UNE-7103, tal como se indica en la EH-91.

Por regla general todos los hormigones que hayan de ser vibrados tendrán consistencia seca. Los hormigones en masa en soleras tendrán consistencia plástica.

La pérdida de asiento medida por el cono Abrahams, entre el hormigón de la hormigonera y en los encofrados, deberá ser fijada por la Dirección de Obra, y no debe ser superior, excepto en casos extraordinarios, a veinticinco (25) milímetros.

La Dirección de la Obra autorizará el uso de hormigones armados vibrados de consistencia plástica en aquellas zonas o nudos fuertemente armados, donde es difícil el acceso del hormigón

5.27.4.3.6.8 Juntas de hormigón

Se situarán en los lugares y con las orientaciones que señale la Dirección de la Obra, ateniéndose en todo momento a las prescripciones dadas por la EH-91.

Los pilares y muros se hormigonarán de una sola vez, siempre que ello sea posible, hasta el plano de apoyo de las vigas o forjados. Cuando ello no sea posible se permitirá una sola junta horizontal hacia la mitad de la altura del pilar.

Las vigas se hormigonarán de una sola vez, siempre que ello sea posible, hasta el plano de apoyo de las vigas o forjados. Cuando ello no sea posible se permitirá una sola junta horizontal en el plano de apoyo del forjado.

Los forjados se ejecutarán en todo lo ancho, o bien por paños independientes, conjuntas sobre los ojos de las vigas principales. En ningún caso deben mediar más de dos (2) días entre la ejecución del forjado y la de sus vigas.

La Dirección de Obra podrá exigir, si lo considera necesario, el empleo de productos intermedios, tales como resina "epoxi" para mejorar la adherencia de los hormigones.

5.27.4.3.6.9 Curado del hormigón

Durante los tres (3) primeros días se protegerán de los rayos del sol colocando sobre las superficies arpilleras mojadas.

Todas las superficies vistas se mantendrán continuamente húmedas, durante al menos ocho (8) días después del hormigonado, por riego o inundación. Este tiempo mínimo de curado se aumentará en un cincuenta (50) por ciento en tiempo seco o caluroso, cuando se trate de piezas de poco espesor o cuando las superficies estén expuestas al sol.

Las tuberías utilizadas para el riego deberán ser de acero galvanizado y no contener sustancias susceptibles de disolverse en el agua, que sean nocivas para el fraguado o buen aspecto del hormigón. Preferentemente se utilizarán mangueras de plástico o goma. La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de veinte (20) grados centígrados a la del hormigón, para evitar la formación de grietas por enfriamiento brusco.

5.27.4.3.6.10 Desencofrado y descimbrado

Cuando se haya utilizado cemento Portland normal, los plazos de desencofrado para cada elemento no serán inferiores a los que a continuación se indican, siempre que durante este intervalo no se hayan producido bajas temperaturas o cualquier otra causa capaz de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón, en cuyo caso la Dirección de la obra establecerá los nuevos plazos de desencofrado.

- Costero de vigas: Tres (3) días.

- Costero de soportes: Siete (7) días.
- Fondo de vigas y forjados: Veinte (20) días.

En los fondos de vigas y forjados el plazo de desencofrado no podrá ser inferior a veinticinco (25) días para temperaturas medias de quince (15) grados, treinta (30) días para diez (10) grados y cuarenta y cinco (45) días para cinco (5) grados.

A pesar de las prescripciones anteriores, la Dirección de la Obra podrá alterar los plazos indicados a la vista de las curvas de endurecimiento de los hormigones, condiciones meteorológicas, necesidades de la obra, etc.

Además de todo lo anterior se cumplirán las prescripciones de la EH-91.

5.27.4.3.6.11 Encofrados y moldes

Se construirán con elementos que tengan la suficiente resistencia para soportar su peso propio y el del hormigón que van a contener. Se podrán usar los siguientes tipos:

- Encofrado de madera en paramentos rectos.
- Encofrado de madera en paramentos curvos.
- Encofrado metálico.

5.27.4.3.6.12 Resistencia del hormigón

Las resistencias medias y características de los hormigones empleados se medirán sobre probetas cilíndricas de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura, tal y como se define en la EH-91.

Se admite para el coeficiente de dispersión un valor máximo de veinte centésimas (0.20).

Se cumplirán las prescripciones dadas por la EH-91 en su articulado y comentarios.

5.27.4.4 Carpintería de armar

5.27.4.4.1 Maderas en general

Las maderas utilizadas serán sanas, rectas y sin nudos ni defectos que puedan perjudicar la resistencia necesaria para el fin a que están destinadas.

Se seguirán las prescripciones dadas por el "Pliego General De Condiciones Varias De La Edificación" en el Capítulo VII, Carpintería de armar y taller, de su Título I, Condiciones Generales de índole Técnica, editado por EXCO (Exposición permanente e información de la Construcción) del Ministerio de la Vivienda.

5.27.4.4.2 Maderas para encofrados

Las maderas para encofrados tendrán el menor número posible de nudos y carecerán de defectos que puedan quedar marcados en el hormigón, como grietas,

hendiduras, etc. Tendrán sus superficies lisas, especialmente las dedicadas a encofrados para hormigón visto.

5.27.4.5 Armaduras

Se seguirán las especificaciones contenidas en el artículo 9.3 de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en masa o armado (EH-91).

5.27.4.5.1 Materiales

Se empleará acero especial, con las condiciones siguientes:

- Deberá tener la superficie corrugada.
- El límite elástico no será inferior a 4100 Kg/cm² en el tipo AEH400N, ni inferior a 5100 Kg/cm² en el tipo AEH500N.
- La carga de rotura será superior a 5300 Kg/cm² en el acero tipo AEH400N y superior a 6100 Kg/cm² en el AEH500N.

5.27.4.5.2 Transporte y almacenaje

Para las barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán usarse rollos con un diámetro mínimo interior de cincuenta (50) veces el diámetro de la barra. Para diámetros superiores se suministrarán sin curvatura alguna, o bien preparadas con la forma precisa para su colocación. Las barras se almacenarán clasificadas por su tamaño, con el objeto de evitar confusiones en su empleo.

5.27.4.6 Estructura metálica

En general y salvo indicación expresa en contra se seguirán las prescripciones de las siguientes normas:

- AE-88: acciones en la edificación.
- MV-102: acero laminado para estructuras de edificación.
- MV-103: cálculo de estructuras de acero en la edificación.
- MV-104: ejecución de estructuras de acero laminado.
- MV-105: roblones de acero.
- MV-106: tornillos ordinarios y calibrados para estructuras de acero.
- MV-107: tornillos de alta resistencia para estructuras metálicas.

5.27.4.7 Aceros

5.27.4.7.1 Acero especial para armaduras de hormigón

5.27.4.7.1.1 Definición y propiedades

El acero especial a emplear en armaduras estará formado por barras corrugadas de alta adherencia.

El límite elástico será de 4.100 Kg/cm². Y se cumplirán las condiciones de carga unitaria de rotura y alargamiento mínimo especificados en la EH-91.

5.27.4.7.1.2 Recepción y ensayos

A la llegada a la obra de cada partida se realizará una toma de muestras y sobre ella se procederá a efectuar los ensayos prescritos en la norma EH-91, al menos en uno (1) por cada quinientos (500) metros lineales de cada calibre.

La Dirección de la Obra podrá ordenar la realización de los ensayos necesarios para determinar cualquier otra característica de interés.

5.27.4.7.1.3 Almacenamiento

Las armaduras de acero ordinario se almacenarán de forma que no estén expuestas a una excesiva oxidación, ni se manchen de grasa, ligantes, aceites u otros productos que pudieran perjudicar su adherencia.

5.27.4.7.2 Aceros en perfiles laminados

Cumplirán las condiciones señaladas en la Norma MV 102/1964 "Acero Laminado Para Estructuras De Edificación".

5.27.4.7.3 Elementos de unión

Los elementos de unión del tipo tornillos, tuercas, arandelas o pernos estarán fabricados en acero de mayor calidad que la de los elementos a unir.

Para las soldaduras se emplearán electrodos de calidad apropiada a las condiciones de unión y soldeo, exigiéndose las características mecánicas siguientes:

- Resistencia a tracción del material depositado: 42 Kg/mm².
- Alargamiento de rotura: 22%
- Resiliencia: adaptada al acero y al tipo de estructura, siendo el valor mínimo de 5 Kg/cm².

Se emplearán electrodos con revestimiento básico de forma preferente.

5.27.4.8 Albañilería

5.27.4.8.1 Ladrillos cerámicos

Los ladrillos que se empleen en la obra deberán reunir las siguientes condiciones:

- Tolerancias de dimensión según la norma 7267.
- Tolerancias de forma según la norma 7267.
- Uniformidad de color.
- Masa homogénea.
- Buena cochura.
- Introducidos en agua durante 24 horas su peso no debe aumentar en más de un 15%.
- Sonido metálico a percusión, pero no frágil.
- Corte fácil.

Se apilarán en rejales para evitar fracturas y deportillamientos así como agrietamiento o rotura de las piezas. Se prohíbe la descarga de ladrillos de fábrica resistentes por vuelco de la caja del vehículo transportador.

5.27.4.8.2 Bloques de hormigón

Los bloques de hormigón si se emplearan, como elemento de Construcción reunirán las siguientes condiciones:

- Garantía del fabricante en cuanto a forma y dimensión de los bloques y serán de corte fácil.
- No presentarán desperfectos, especialmente en aquellas partes que constituyen la parte vista.
- Se almacenarán apilados en rejales y se prohíbe la descarga mediante vuelco de la caja del vehículo transportador.

5.27.4.9 Gravas

5.27.4.9.1 Graveras y canteras

5.27.4.9.1.1 Situación

El contratista propondrá a la Dirección de Obra las graveras y canteras destinadas a la extracción de áridos.

Para ello realizará por su cuenta los ensayos necesarios para apreciar la calidad de los materiales a utilizar. El resultado de dichos ensayos lo pondrá a disposición de la Dirección de Obra.

5.27.4.9.1.2 Gastos

Serán de cuenta del contratista cualquier clase de gastos de apertura de canteras o de preparación del terreno para la extracción, así como la eliminación de los materiales que no sean admisibles para el fin a que son destinados.

5.27.4.9.2 Materia filtrante

El material a emplear como relleno filtrante en drenajes (gravas, gravillas, arena) serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, arenas, escorias, suelos seleccionados o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

La composición granulométrica se ajustará a lo dispuesto en el “Pliego De Prescripciones Técnicas Generales Para Obras de Carreteras Y Puentes” de Febrero de 1965, editado por el Ministerio de Fomento.

5.27.4.10 Carpintería de taller

Se emplearán en los cerramientos de huecos interiores y exteriores.

Para los huecos interiores se emplearán puertas de madera con tableros contrachapados, con refuerzos en las cerraduras y el perímetro.

La madera presentará un aspecto sano y no deberán detectarse defectos a primera vista. Para los elementos que van a quedar a la vista se emplearán unidades construidas del mismo modo, de forma que su apariencia sea lo más uniforme posible.

La unión de los elementos se efectuará por encolado o por enclavamiento.

Para los huecos exteriores a las oficinas se emplearán carpinterías metálicas, preferentemente de aluminio.

Se tendrá en cuenta cuanto se preceptúa en la Prescripción Del Instituto Eduardo Torroja 'T.I.E.T. 70', "Carpintería De Huecos".

5.27.4.11 Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas

5.27.4.11.1 Materiales empleados en firmes de carretera

Además de las prescripciones que en este Pliego se definen para cada uno de ellos, los áridos utilizados en la formación de sub-base, recebos, riegos de imprimación, tratamiento por penetración o superficiales y mezclas bituminosas, cumplirán las condiciones de granulometría, calidad, capacidad portante, plasticidad y adhesividad exigidos por cada uno de ellos en los correspondientes capítulos de P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

Las características, clasificación y condiciones de transporte, almacenamiento y recepción exigidas a los alquitranes de hulla, betunes asfálticos, fluidificados y emulsiones asfálticas directas serán las indicadas para cada uno en los correspondientes capítulos del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.11.2 Bordillos prefabricados de hormigón

5.27.4.11.2.1 Definición

Entre los bordillos prefabricados están aquellos tipos que llevan incluido el encintado como una prolongación de bordillo propiamente dicho, también llamados bordillos con rigola.

5.27.4.11.2.2 Condiciones Generales

Los bordillos prefabricados de hormigón se ejecutarán con hormigones de resistencia característica mínima de doscientos cincuenta (250) Kilogramos por centímetro cuadrado, a base de áridos de tamaño máximo de veinte (20) milímetros y cemento Portland.

La forma y dimensiones serán las señaladas en los documentos del proyecto. La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su

directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de medio (0.5) metro. Se admitirá una tolerancia en las dimensiones de la sección transversal de diez (10) milímetros en más o menos.

5.27.4.11.3 Terrazos

5.27.4.11.3.1 Definición

Se considera como terrazo el pavimento construido por mortero de cemento, grano y piedra de mármol con el colorante adecuado, que hagan innecesaria la capa intermedia o de secado.

5.27.4.11.3.2 Condiciones Generales

Las piezas deberán de estar perfectamente canteadas y escuadradas. La capa exterior tendrá un espesor superior al cuarenta (40) por ciento del grueso total de las baldosas, el cual no bajará de tres (3) centímetros.

Antes de su colocación las piezas habrán sufrido un primer pulido.

Según el tamaño del grano se consideran tres tipos de terrazos:

- Tipo 1: Grano entre uno (1) y tres (3) centímetros.
- Tipo 2: Grano entre tres (3) y cinco (5) centímetros.
- Tipo 3: Grano mayor de cinco (5) centímetros.

5.27.4.11.4 Azulejos

5.27.4.11.4.1 Definición

Se consideran como azulejos las piezas poligonales con base cerámica recubiertas de una superficie vidriada, de colorido variado y que sirven para revestir paramentos.

5.27.4.11.4.2 Condiciones Generales

Los azulejos cumplirán las condiciones exigidas por la NORMA UNE 24007.

Los azulejos que se empleen en las obras serán de primera calidad, careciendo, por tanto, de polos, poros u ondulaciones en la superficie vitrificada, que deberá ser perfectamente plana y de coloración uniforme.

5.27.4.11.5 Vidriería

5.27.4.11.5.1 Definición

La luna transparente es una variedad de vidrio plano corriente, transparente, que se obtiene generalmente por laminación, y ha sido sometido a la operación de recocido; sus dos caras son posteriormente desbastadas y pulidas, con lo que se logra que tenga sus dos superficies lisas y paralelas, asegurando una visión clara y sin distorsión.

5.27.4.11.5.2 Clasificación

Según el espesor, podrán ser:

- Luna delgada, de espesor mínimo de cuatro (4) milímetros.
- Luna de espesor mínimo de seis (6) milímetros.
- Luna gruesa o baldosa pulida de espesor superior a ocho (8) milímetros.

Podrá presentarse coloreada en su masa, constituyendo la "luna color", o pudiéndose aplicar el color a una de las superficies.

5.27.4.11.5.3 Calidades

Se admiten dos calidades:

- Calidad corriente, en la que se admiten algunos defectos en su masa, de burbujas pequeñas o espuma.
- Calidad seleccionada, que estará exenta de burbujas apreciables o cualquier otro defecto.

Para la puesta en obra se seguirán los principios de colocación de acristalamiento en general y los específicos para acristalamientos aislantes recogidos en la norma UNE 85-222.

5.27.4.12 Pinturas

5.27.4.12.1 Definición

Se consideran como pinturas unas materias más o menos fluidas, generalmente coloreadas, que aplicadas por extensión, pulverización o inmersión, forman una capa o película opaca en la superficie de los materiales de construcción, a los cuales protege y decora.

Las pinturas están constituidas por un pigmento sólido y aglutinante o vehículo líquido, formando ambos una dispersión.

5.27.4.12.2 Clasificación

Se considerarán las siguientes clases de pinturas: Pintura a la cal, pintura al temple, pintura al óleo, pintura de barniz, pintura celulósica, pinturas plásticas, pintura al silicato, barnices y esmaltes.

5.27.4.12.3 Condiciones Generales

Las pinturas deberán ser de primera calidad, con colores fijos, inalterables y con el tiempo de secado inferior a doce (12) horas.

Deberán ser de marcas conocidas y de calidades perfectamente garantizadas, por lo que no se admitirá la composición en obra de ninguna clase de pinturas.

Las pinturas empleadas serán del tipo y color que estime oportuno la Propiedad, reuniendo en cualquier caso las siguientes propiedades:

- Los colores deben ser inalterables bajo la acción del ambiente y de los rayos solares.
- Deberán asegurar un perfecto recubrimiento de las superficies sobre las que se va a aplicar.

Se seguirán las normas generales de almacenamiento y manipulación de estos productos químicos, y aquellas especificaciones particulares que efectúe el fabricante.

5.27.4.13 Pilotes prefabricados

Se definen como piezas lineales de directriz recta, compuesta por uno o varios tramos de sección constante. En la punta llevará un elemento especial o azuche con el fin de posibilitar la hincas.

Serán de hormigón armado, con una resistencia a compresión no menor de 350 Kg/cm².

Cada pilote o tramo de pilote llevarán identificación de serie de fecha de fabricación.

Será capaz de soportar las operaciones de transporte, manejo e hincas de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de 0,15 m.

Cuando el pilote esté compuesto de varios tramos, el sistema de empalme garantizará el comportamiento del conjunto como si fuera un pilote de un solo tramo.

Las barras de la armadura longitudinal se dispondrán, si la sección es poligonal, en cada uno de los vértices y si es circular distribuida uniformemente en el perímetro y con un mínimo de 6. En cualquier caso será de una sola pieza o el empalme, cuando fuera necesario se hará mediante soldadura.

La armadura transversal dispuesta en forma helicoidal mantendrá en posición a la armadura longitudinal.

5.28 Ejecución de las obras

5.28.1 Replanteo de las obras

El Director de obra dirigirá el replanteo general de la obra y dará la información y referencias necesarias para que el contratista pueda efectuar los replanteos parciales y obtener todos los datos para la ejecución de las obras.

El Contratista asumirá todos los gastos, tanto de jornales como de materiales, que se originen al practicar la comprobación y el replanteo al que se refiere este punto. Del resultado de estas operaciones se levantarán actas que firmarán la Dirección de la obra y el Contratista, haciéndose cargo éste de las marcas, señales, estacas, y referencias que se dejen en el terreno.

5.28.2 Movimiento de tierras

5.28.2.1 Excavación en desmonte

Es el corte o rebaje del terreno natural hasta alcanzar las cotas de las plataformas indicadas en los planos de urbanización y a partir de las cuales se comienzan las fundaciones de las distintas obras.

Para su ejecución se seguirán las normas para "Excavación de la Explanada y Préstamos" del P.P.T.G. correspondiendo a la Dirección de Obra las atribuciones que en el citado Pliego se dan al "Ingeniero de Construcción".

5.28.2.2 Excavación para cimientos

5.28.2.2.1 Dimensiones

La excavación para cimientos se profundizará hasta el límite y en la forma que fije la Dirección de Obra

5.28.2.2.2 Incidencias

Si como consecuencia de avenidas, rotura de atarquías u otras causas, que ocasionen trastornos o inundaciones en la cimentación de las obras, se producen averías y desperfectos, se repararán en la forma que indique la Dirección de la Obra.

Si del reconocimiento practicado al abrir zanjas resultase la necesidad o conveniencia de variar el sistema de cimentación propuesto, se reformará el Proyecto con las modificaciones que procedan, suspendiéndose mientras tanto los trabajos que correspondan a la parte modificada.

En caso de aparición de agua subálvea en las excavaciones, se realizará un agotamiento, adoptando todas las precauciones que indique la Dirección de Obra.

El agotamiento así como las eventuales entibaciones de las excavaciones ordenadas por la Dirección de la Obra, no están incluidas en los precios de la excavación.

5.28.2.3 Excavación para zanjas en tuberías

5.28.2.3.1 Dimensiones

Las zanjas tendrán el ancho en la base, profundidad y taludes que figuren en el Proyecto o que señale la Dirección de la Obra.

5.28.2.3.2 Nivelación

En el fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud, completándose la rasante mediante una capa de arena de al menos, cinco (5) centímetros de espesor.

La Dirección de Obra indicará en cada caso, a la vista de la calidad del terreno, la profundidad hasta la cual hay que excavar.

5.28.2.4 Excavación para piezas especiales

Los alojamientos para los enchufes o unidades de los tubos se excavarán después de que el fondo de la zanja haya sido nivelado, teniendo estas excavaciones posteriores a la longitud, profundidad y anchura estrictamente necesarias para la realización adecuada del tipo particular de junta de que se trate.

5.28.2.5 Terraplenes

5.28.2.5.1 Formación

Una vez preparado el cimiento del terraplén se procederá a la construcción del mismo empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtengan en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándose convenientemente con maquinaria adecuada para ello.

No se extenderá ninguna tongada mientras no haya sido comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, y sea autorizada su extensión por la Dirección de la Obra.

Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, la Dirección de la Obra no autorizará la extensión de la siguiente.

Si las lluvias pueden provocar la erosión o perturbación de los terraplenes en ejecución, las tongadas se extenderán con arreglo a las condiciones siguientes:

- Si se utiliza suelo adecuado, la superficie de las tongadas será horizontal, o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento (2%).
- Si se utiliza suelo tolerable, la superficie de las tongadas será convexa, con pendiente transversal comprendida entre el dos por ciento (2%) y el cinco por ciento (5%).

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas, operarán sobre todo el ancho de cada capa.

5.28.2.5.2 Compactación

En cuanto a la humedad y compactación del terraplén, se cumplirán en todo las prescripciones del P.P.T.G.

En todo caso se exigirá una compactación superior al noventa por ciento (90%) de la del ensayo Proctor modificado.

5.28.2.6 Refino de taludes

Se hará después de haber acabado las obras próximas y poco antes de la recepción provisional. Se ejecutará en una zona de un metro (1) de anchura contando a partir de la arista de explanación.

El refino se hará suprimiendo las partes salientes de los taludes y en ningún caso recreciéndolos, para lo cual las explanaciones deberán tener en principio la anchura y taludes convenientes.

El acabado de los taludes será suave, uniforme, totalmente acorde con la superficie del terreno. En las intersecciones de taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficial natural del terreno.

5.28.3 Hormigones y morteros

5.28.3.1 Hormigones de limpieza

Se extenderán en capas de diez (10) centímetros de espesor, apisonándolos convenientemente, de forma que penetre en todos los huecos y terminándolo en una superficie rugosa y horizontal, especialmente en el caso de apoyos de cimentaciones. El hormigón empleado será de consistencia plástica.

Se utilizarán hormigones del Tipo I con resistencia característica de cincuenta (50) Kilogramos por centímetro cuadrado como mínimo.

5.28.3.2 Hormigones en masa

Se extenderán por capas de espesor comprendido entre quince (15) y treinta (30) centímetros, vibrando el moldeado hasta hacer que refluya la lechada a la superficie, o intensificando el vibrado junto a los parámetros y rincones del encofrado. Serán de consistencia plástica y resistencia mínima de ciento cincuenta (150) Kg por centímetro cuadrado (Tipo U).

5.28.3.3 Hormigones armados en estructuras

El hormigón en vigas y pilares será de consistencia seca y resistencia característica mínima de doscientos (200) Kg por centímetro cuadrado (Tipo III), y se verterá en capas de cuarenta (40) centímetros de espesor máximo, vibrándolo eficazmente, cuidando de que el hormigón envuelva perfectamente la armadura y vigilando especialmente los paramentos y las esquinas.

Las losas se hormigonarán en todo su grueso, avanzando con el hormigón al vibrarlo, pero efectuando los vertidos de forma que el recorrido sobre el encofrado no sea superior a dos (2) metros.

Las vigas se hormigonarán desde un extremo en toda su dimensión vertiendo las diferentes amasadas en los puntos convenientes.

5.28.3.4 Ensayos de resistencia

5.28.3.4.1 Ensayos característicos

Los ensayos característicos se realizarán como se indica en EH-91, siendo preceptiva su realización con anterioridad al hormigonado. La Dirección de Obra no autorizará la puesta en obra del hormigón, hasta comprobar que los resultados de los ensayos característicos son admisibles.

Como excepción, y para evitar esperas hasta los veintiocho (28) días de edad de las probetas, podrán admitirse resultados a siete (7) días y otra para confirmar, con su rotura a los veintiocho (28) días, que efectivamente alcanzaron los resultados deseados, dependiendo de esta confirmación la admisión o no de las dosificaciones establecidas.

En todos estos ensayos se utilizará la resistencia característica sobre el número de amasadas y probetas citado en la EH-91.

5.28.3.4.2 Ensayos de control

Los ensayos de control se realizarán con arreglo a lo prescrito en la EH-91 y se definirán las resistencias características de cada elemento de estructura.

El número de probetas a tomar de cada amasada o serie de ellas, será fijado por la Dirección de Obra, de modo que para cada elemento resulte un mínimo de seis (6) ensayos de tres (3) probetas cada uno, alcanzándose así las dieciocho (18) probetas que se estiman el mínimo suficiente para caracterizar un elemento.

5.28.4 Carpintería de armar

5.28.4.1 Encofrados

5.28.4.1.1 Condiciones generales

Los encofrados serán suficientemente resistentes y estancos para soportar la carga y el empuje del hormigón fresco, sin causar ninguna deformación, especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrador.

En los encofrados de madera, las juntas entre tablas deberán permitir en entumecimiento de las mismas, pero sin que dejen escapar ningún volumen de pasta durante el hormigonado, y evitando que queden marcas en la superficie del hormigón

terminado. Los encofrados se humedecerán antes del vertido del hormigón, y se limpiarán especialmente en sus fondos y caras laterales.

Los elementos de encofrado que hayan de volver a utilizarse se limpiarán y rectificarán cuidadosamente.

Se seguirán las prescripciones dadas por la EH-91.

5.28.4.1.2 Tolerancias, flechas y movimientos

Se admitirán como tolerancias en la colocación del encofrado un máximo de dos (2) centímetros en aplomos y alineaciones, y el dos por ciento (2%) en menos y el cinco por ciento (5%) en más, en espesores y escuadras.

No se admitirán flecha de ninguna clase en los elementos horizontales. Los fondos de vigas de más de cuatro (4) metros de luz o los voladizos de más de 2 (2) metros, deberán llevar una contra-flecha de un trescientosavo ($1/300$).

En ningún momento los movimientos locales del encofrado serán superiores a tres (3) milímetros, ni los de conjunto sobrepasarán la milésima ($1/1000$) de la luz.

5.28.4.1.3 Acabado de superficies

Además de la clasificación según el material utilizado, encofrado de madera o encofrado metálico, atendiendo al acabado de la superficie, podrá distinguirse entre encofrados para superficies ocultas, ordinario o para superficies vistas, utilizándose en cada caso encofrados más o menos usados.

5.28.5 Aceros

5.28.5.1 Armadura de acero para hormigón armado

5.28.5.1.1 Colocación

Las armaduras se colocarán limpias de suciedad y óxido no adherente, debiendo quedar con el recubrimiento que señala la EH-91 o los planos correspondientes, para lo cual irán soportadas las inferiores sobre pequeños tacos de hormigón o dispositivos especiales, y las superiores irán perfectamente ligadas a ellas, de forma que su separación permanezca invariable en todos los elementos estructurales.

En aquellas barras que hayan sido enderezadas, la parte que formó el codo se dispondrá en zonas que no sean de máximo trabajo, y de forma que no coincidan más de un cincuenta por ciento (50%) de barras desdobladas en una sección.

Se cumplirán en todo las prescripciones dadas por la EH-91.

5.28.5.1.2 Doblado

Las armaduras se doblarán según los planos del Proyecto, y las instrucciones dadas por la EH 91, así como cualquier otra que le afecte.

5.28.5.1.3 Empalmes

Se procurarán reducir al mínimo los empalmes de armaduras, que siempre se harán de acuerdo con las instrucciones dadas por la EH-91.

Cuando la Dirección de la Obra autorice el empalme por soldadura, éste se realizará en una longitud no inferior a quince (15) veces el diámetro de las barras, y sobre barras de diámetro inferior a veinticinco (25) milímetros.

Las barras corrugadas de alta resistencia podrán soldarse únicamente previa autorización de la Dirección de la Obra que la concederá después de realizar ensayos que demuestren que la resistencia a tracción de una barra soldada es, al menos, tan grande como la de la barra. Estos ensayos de soldabilidad se realizarán en un laboratorio oficial. Si resultan satisfactorios, se utilizará en obra el mismo procedimiento de soldadura y clase de electrodos que en los ensayos.

De no resultar éstos satisfactorios, se prohibirá el uso de la soldadura en obra para las barras corrugadas.

5.28.5.1.4 Anclajes

Los anclajes extremos de las barras, realizados por gancho, patilla, prolongación recta, o cualquier otro método garantizado por la experiencia, se atenderán a las instrucciones dadas por la EH-91.

5.28.5.2 Estructuras metálicas

Se cumplirán las prescripciones dadas por la norma MV-140 sobre "Ejecución de las Estructuras de Acero Laminado en Edificación". La imprimación se realizará en taller previa limpieza del óxido que pudiese estar acumulado en las piezas. Se procederá a la imprimación una vez la Dirección de la Obra haya dado el visto bueno a la limpieza previa. Las estructuras se acabarán con pintura según lo especificado en este pliego.

La soldadura eléctrica de elementos metálicos se ejecutará siguiendo las prescripciones dadas en la misma norma MV-104.

5.28.5.3 Barandillas

5.28.5.3.1 Constitución

Estarán formadas como se indica en los planos o determine la Dirección de la Obra, extremándose el cuidado de las uniones de los elementos entre sí, y de la barandilla con el forjado, escalera, etc., que sirva de soporte. Salvo indicación en

contrario en los planos o de la Dirección de la Obra, su altura será de un (1) metro diez (10) centímetros.

5.28.5.3.2 Recepción

Será preceptiva para su recepción, la comprobación de que resisten sin deformación grave una fuerza horizontal de cien (100) kilogramos por metro lineal aplicada en la cara superior del pasamanos.

Aparte de lo anterior, la Dirección de la Obra comprobará la correcta ejecución y colocación de las barandillas, rechazándose las que presenten irregularidades de construcción u otro defecto que afecte a la estética del conjunto.

5.28.6 Albañilería

5.28.6.1 Fábricas de bloques de hormigón

Los bloques se colocarán según el aparejo que designe la Dirección de Obra. Antes de colocarlos se mojarán perfectamente en agua. Se asentarán en baño de mortero de cemento N° 1, golpeándolos para completar el asiento y hacer refluir el mortero, dejando reducido el tendel a unos cinco (5) milímetros. No se aceptará el sentado a hueco. Las hiladas de bloques se comenzarán por el paramento y se terminarán por el reverso del muro.

Al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica antigua, se barrera y se sustituirá empleando mortero nuevo, todo bloque deteriorado. En los paños grandes se dispondrán armaduras o zunchos embebidos en el muro, que se anclarán a la estructura.

5.28.6.2 Guarnecido y tendido de yeso

El guarnecido se efectuará con yeso armado, que se extenderá mediante llama sobre paramentos previamente humedecidos y limpios de polvo y resaltes que impidan la adherencia del yeso.

Todo el tendido de yeso, se hará con maestras colocadas a distancia menor de ochenta (80) centímetros, realizándose con dobles maestras los tendidos en ángulo, alféizares, mochetas, etc.

En aquellas superficies donde se pretenda dejar un acabado fino, se utilizará en la terminación yeso negro de la mejor calidad suprimiendo el tendido de yeso blanco. Si fuera necesario realizar ese tendido, la superficie del guarnecido llevará el correspondiente ranurado para asegurar el enlace entre ambas capas. En las zonas del edificio en que van a ir empotradas las instalaciones eléctricas o de agua, se efectuará su replanteo sobre fábrica de ladrillo, o en su defecto en la superficie recién guarnecida,

realizando a continuación las zonas necesarias. Efectuadas las instalaciones se reproducirá la capa de guarnecido, esperando su secado para tender el yeso blanco.

En tendido se realizará con yeso blanco amasado, extendiéndolo con llana. Deberá quedar perfectamente plano, con aristas vistas y rectas sin formar rebabas en los empalmes. Todas las aristas deberán ir protegidas por resguardos metálicos, salvo indicación en contrario.

5.28.6.3 Enfoscados

Los enfoscados de cementos se harán con mortero N° 3, en interiores y mortero N° 4 en exteriores.

Antes de extender el mortero se preparará el paramento sobre el cual hay que aplicarse, rascando los puntos convenientemente para mejorar el agarre. En todos los casos se limpiará bien el polvo del paramento y se lavará después debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de tender el mortero.

El mortero se aplicará con fuerza sobre el paramento por medio de la llana, extendiéndose uniformemente de modo que forme una superficie continua sin ondulaciones.

La superficie de los enfoscados deberá quedar rugosa. Si la superficie hubiera de tener un acabado bruñido se dará una segunda capa de mortero fina a la llana, terminando bien el bruñido después del fraguado.

Los enfoscados se humedecerán diariamente después de terminados, durante veinticuatro (24) horas, prolongando ese tiempo si las condiciones de temperaturas así lo requieren a juicio de la Dirección de la Obra.

5.28.6.4 Asiento y recibo de cercos

Los cercos se sentarán dejándolos perfectamente a plomo, línea y nivel.

En los tabiques sencillos el cerco tendrá el espesor del muro, enrasado con éste por las dos caras.

Los cercos o marcos de maderas de puertas y ventanas se recibirán con yeso en los muros, clavándolos o uniéndolos por medio de espigas roscadas y empernadas, a los muros, introducidos en su espesor a los pies derechos intermedios.

Para evitar la quiebra que suelen producir los nudillos de madera, a ser posible, se ejecutará la sujeción de los cercos por medio de escarpías hechizas, uno de cuyos extremos en forma de paletón, irá atornillado al cerco, y el otro extremo estará empernado para ser recibido en fábrica.

Estas escarpías tendrán de diez (10) a veinte (20) centímetros de longitud, o irán espaciadas de cincuenta (50) en cincuenta (50) centímetros como máximo.

5.28.7 Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas

5.28.7.1 Condiciones generales de ejecución de las unidades de obra

Para todo lo referente a la ejecución de obras, tolerancias de la superficie acabada, limitaciones de la ejecución y equipo necesario para ésta, de las sub-bases, bases, capas de rodadura con riegos asfálticos y mezclas bituminosas, bases y pavimentos de hormigón, pavimentos de adoquín y colocación de bordillos, se seguirán las indicaciones dadas para cada una de ellas en los Capítulos correspondientes del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento, así como las que a continuación se citan en el presente pliego.

5.28.7.2 Sub-base para firmes de carreteras

5.28.7.2.1 Definición

Se considera como sub-base la capa firme situada inmediatamente debajo de la base.

5.28.7.2.2 Condiciones de realización

Antes de la formación de la sub-base, se comprobará que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la debida densidad y las rasantes indicadas en los planos.

La sub-base tendrá el espesor que marquen los planos. Para comprobar que la densidad de la sub-base es la exigida, la Dirección de la Obra ordenará la realización de los ensayos que considere necesarios, nunca inferiores a un ensayo por cada 50 metros cúbicos de sub-base.

5.28.7.3 Base granular para firmes de carreteras

5.28.7.3.1 Definición y clasificación

Se considera como base la capa del firme situada inmediatamente debajo del pavimento.

Podrá ser de zahorra artificial o de macadam. La primera es aquella en la cual la granulometría del conjunto es de tipo continuo. En el segundo caso la granulometría es discontinua y es preciso un posterior recebo con árido fino.

5.28.7.3.2 Condiciones de realización

Antes de la formación de la base se comprobará que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los planos.

La base tendrá el espesor indicado en los planos. Una vez que el árido grueso haya sido extendido y compactado, se procederá al relleno de sus huecos con el material aceptado como recebo.

La Dirección de la Obra efectuará por lo menos un ensayo cada 50 metros cúbicos de piedra para comprobar si tiene las características que exigen de tamaños y otro cada 50 metros de firme para comprobar su espesor y compactación.

5.28.7.4 Capa de rodadura con riego asfáltico

Se considera como capa de rodadura con riegos asfálticos, aquella compuesta de un riego de imprimación y un doble o triple tratamiento superficial posterior.

El riego de imprimación está constituido por una aplicación de ligante bituminoso sobre una capa granular, en la que penetra por capilaridad.

El tratamiento superficial está constituido por la aplicación de dos o tres tratamientos simples, consistentes cada uno de ellos en la aplicación de un ligante bituminoso sobre la superficie, seguido de la extensión y compactación de una capa de árido. El segundo tratamiento simple se realizará con un árido de tamaño inferior al empleado en el primer tratamiento.

El tercer tratamiento se realizará con fin a reparar de los pequeños desperfectos que haya podido ocasionarse. El árido será igual o menor que el empleado en el segundo tratamiento.

5.28.7.5 Solado de terrazo

Las baldosas deberán permanecer sumergidas en agua durante 1 hora antes de su colocación.

Se asentarán sobre una capa de mortero número 1 vertido sobre otra de arena bien igualada, cuidando de que el material de agarre forme una superficie continua y que las juntas entre baldosas estén perfectamente a hueco.

Una vez formado el pavimento se verterá en las juntas de las baldosas una pasta formada con igual material que la baldosa; para su rejuntado, y una vez endurecida, se procederá a dar al pavimento el grado de terminación previsto en los planos, el cual consistirá siempre que no se indique lo contrario, en las siguientes opciones: desbastado, pulido y abrillantado.

5.28.7.6 Alicatado de azulejos

El alicatado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes especiales con terminación de canto romo; se asentarán de forma que la superficie quede tersa y unida a junta corrida, formando éstas una línea perfectamente recta.

Los azulejos, previamente embebidos en agua, se asentarán con mortero de cemento o con pastas especiales que deberán ser sometidas a la aprobación de la Dirección de Obra, cuidando especialmente que el relleno entre el paramento soporte y la baldosa sea total, y efectuándose el rejuntado final con cemento blanco. Se tomarán las

precauciones necesarias para que los cortes de las esquinas sean los mínimos posibles, para lo cual los replanteos se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

5.28.7.7 Aceras

Las dimensiones, materiales, y disposición de las aceras serán las que se indiquen en los planos o fije la Dirección de Obra.

En general, se formarán excavando la caja correspondiente en la explanación terminada, y en ella se construirá una solera de hormigón del Tipo II, de 10 centímetros de espesor sobre la que se colocará pavimento de baldosa hidráulica.

5.28.8 Pinturas

5.28.8.1 Pinturas sobre guarnecidos en interiores

5.28.8.1.1 Condiciones generales

Todas las superficies sobre las que haya de aplicarse pintura deberán estar limpias de polvo, grasas, etc., y perfectamente secas.

5.28.8.1.2 Pinturas al óleo

Se empezará por aplicar una mano de imprimación que se dará a base de aceite si se va a pintar sobre morteros de cemento, aceite de linaza si se ha de hacer sobre madera, y con minio o un preparado especial admitido por la Dirección de Obra, sobre superficies metálicas.

Una vez seca, la mano de imprimación se lijará cuidadosamente, y bien limpia de polvo se procederá a efectuar un mástic aprobado previamente por la Dirección de Obra, tapándose con él todos los huecos y desigualdades de la superficie a pintar.

5.28.8.1.3 Pinturas plásticas

Se aplicará siempre dos manos, extendiendo la segunda en dirección normal a la primera cuando se pinte con brocha. Antes de aplicar la pintura se imprimará la superficie con imprimación plástica normal o especial para exteriores, efectuando posteriormente un plastecido, en caso de no aplicarse sobre enfoscado de cemento. La segunda mano de pintura se dará con un rodillo.

5.28.8.2 Pinturas sobre paramentos enfoscados o de hormigón

Se aplicará lo indicado en el epígrafe anterior, de pinturas sobre guarnecidos en interiores.

5.28.8.3 Pinturas sobre carpinterías de madera

5.28.8.3.1 Condiciones generales

Además de lo indicado en el epígrafe de pinturas sobre guarnecidos en interiores, las superficies de madera, una vez limpias, se lijarán, emplastecerán y se volverán a lijar para igualar la superficie.

5.28.8.3.2 Pintura al esmalte o barniz

Se darán las primeras manos diluidas en aguarrás y en la última sólo barniz. Se lijará cada mano con un papel de lija muy fino antes de aplicar las siguientes.

5.28.8.3.3 Pintura plástica

Se aplicará lo indicado acerca de pinturas sobre guarnecidos en interiores.

5.28.8.4 Pinturas sobre superficies metálicas

5.28.8.4.1 Imprimación

Además de lo indicado en el apartado de condiciones generales de pinturas sobre guarnecidos en interiores, las superficies metálicas se lijarán perfectamente o, preferentemente, se tratarán con chorro de arena.

Se aplicará el minio a brocha en dos manos, dejando transcurrir entre una y otra un mínimo de 24 horas. Una vez que la segunda capa esté totalmente seca, se procederá a un tendido completo de aparejo, para plastecido de las superficies, con su correspondiente lijado al agua.

5.28.8.4.2 Pinturas al esmalte sobre superficies metálicas

El esmalte se aplicará sobre la superficie ya imprimada y se hará con tres manos, dejando transcurrir entre cada una de ellas un mínimo de 24 horas.

5.28.9 Pilotes prefabricados

Los pilotes prefabricados se hincarán en el terreno mediante la maquinaria adecuada de forma que no se produzcan daños en los pilotes ni desvíos en su posición.

Mediante la fórmula que determine la Dirección de Obra, como más adecuada al tipo de pilote que se disponga, se establecerá el rechazo, exigible para finalización de la hinca, que corresponde a la carga portante prevista en el Proyecto, teniendo en cuenta la suma de la carga bajo cimentación más la debida al rozamiento negativo, en su caso.

5.29 Medición y abono de las obras

5.29.1 Generalidades

Las unidades se medirán conforme se especifica en los artículos siguientes, para proceder a su abono en correspondencia con la definición de cada precio.

En los precios irán comprendidos, salvo indicación en contrario, todos los materiales, su transporte, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad con arreglo a las prescripciones de este pliego, y a las de la buena construcción, así como los transportes de los materiales de excavación y demoliciones hasta los lugares designados por la Dirección de Obra.

Queda asimismo comprendido en estos precios el importe de:

- Los salarios de todo el personal empleado en la ejecución de las obras, sea cual fuere su lugar de trabajo, así como las cargas que lleven consigo.
- Los gastos de ensayos de materiales.
- Los gastos generales y beneficio industrial del contratista.
- Todos los impuestos en vigor que puedan gravar la obra.

Esta relación es meramente indicativa, y nunca se considerará limitativa.

5.29.2 Movimiento de tierras

5.29.2.1 Medición de las excavaciones

Las excavaciones se medirán deduciendo su volumen de las líneas de excavación teóricas de los planos o de las que hayan ordenado la Dirección de Obra, a partir de los perfiles reales del terreno. Por todas las excavaciones se considerarán los taludes verticales, a no ser que se indique otra cosa en los planos.

5.29.2.2 Aplicación de los precios

Las excavaciones que hayan de realizarse a partir de las plataformas obtenidas en los desmontes previos, se medirán contando su profundidad desde la cota que posean dichas plataformas a la terminación del desmonte

No serán abonables los excesos de excavación que se realicen por conveniencia del Contratista o por causas ajenas a la Dirección de Obra, como pueden ser los desprendimientos producidos por negligencia o por falta de entibación.

Están incluidos en los precios de las excavaciones, aunque no figuren en la descripción que de ellos se hace en el cuadro de precios, el establecimiento de barandillas o de cualquier otro medio de seguridad, la instalación de señales de peligro, el transporte de materiales a vertedero desde una distancia máxima de 1000 m. contada por trayecto accesible más corto, la mano de obra, así como otro medio auxiliar preciso para su realización.

5.29.2.3 Excavación de desmonte

Se medirá en metros cúbicos realmente excavados entre el perfil natural del terreno y las superficies de explanación y taludes marcadas en los planos. Para su

determinación se levantarán perfiles del terreno antes de excavar a una distancia mínima entre ellos de 5 m, según la dirección de la menor dimensión en planta.

5.29.2.4 Excavación para cimientos

Se medirán según las líneas de excavación de los planos y correspondiendo a la Dirección de Obra su clasificación como vaciados, fosos, zanjas o pozos, la calificación del terreno y la determinación del precio a aplicar en cada caso.

Los sobreanchos necesarios para encofrados, si fuesen necesarios, serán fijados por la Dirección de Obra.

5.29.2.5 Formación de terraplenes

Se medirán por metros cúbicos, deduciendo el volumen de las secciones tipo teóricas y el terreno natural, por perfiles transversales equidistantes como mínimo de 5m.

El precio incluye el extendido y compactado, así como la humectación y las obras auxiliares que resulten precisas.

Los materiales no están incluidos en esta unidad de obra, y procederán de las excavaciones de la propia obra. Si fuese necesario recurrir a préstamos, la excavación se abonará al precio correspondiente, siendo preceptiva la aprobación de la Dirección de Obra del Préstamo escogido.

5.29.3 Hormigones y morteros

5.29.3.1 Condiciones generales

En los hormigones se medirán por separado las siguientes partidas:

- El hormigón por su volumen en metros cúbicos.
- El encofrado por su superficie en metros cuadrados.
- En los armados, el peso del acero de sus armaduras en kilogramos.

Los precios de las diferentes clases de hormigones comprenden todas las operaciones necesarias para la fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón, costo de las instalaciones de hormigonado, áridos, agua, energía eléctrica o cualquier clase de combustible necesario, y el cemento.

Los aditivos se abonarán por separado, según la dosificación en la que intervenga cada uno de los hormigones.

Los elementos de estructura cuyos ensayos de control den resistencias características comprendidas entre el 80% y 100% de las exigidas se someterán a los ensayos de información y pruebas de carga que la Dirección de Obra prescriba, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos que la realización de tales ensayos y pruebas

impliquen, incluso los de cálculo de deformaciones y establecimiento de zonas a cargar para las pruebas.

5.29.3.2 Penalizaciones

Independientemente del abono de los gastos que los ensayos de información y pruebas de carga originen, y si los resultados de unos y de otros son positivos, los precios de los encofrados, cemento, armaduras, hormigones y cuantos materiales formen el elemento de estructura cuya resistencia no alcanza la exigida, pero es superior a su 80%, serán los siguientes, en función del porcentaje de resistencia alcanzado:

Porcentaje	Penalización
• Entre 95% y 100%	5%
• Entre 90% y 95%	10%
• Entre 85% y 90%	15%
• Entre 80% y 85%	20%

Los porcentajes de resistencia corresponden a los resultados de los ensayos de información.

El informe de estas penalizaciones se descontará en las certificaciones correspondientes y en la liquidación final, quedando en poder del propietario en concepto de indemnización por falta de resistencia.

Cuando la resistencia característica no alcance el 80% de la exigida, se considerará "obra defectuosa". La eventual reconstrucción deberá cumplir las mismas condiciones que el elemento inicial. Las demoliciones y reconstrucciones afectarán no sólo al elemento de estructura implicado, sino también a los inmediatos que le sirven de alcance con el resto de la estructura, en la extensión y condiciones que la Dirección de Obra determine.

5.29.3.3 Hormigón de limpieza

El hormigón de limpieza se medirá por su volumen real en metros cúbicos, salvo que por estar perfectamente definido en los planos, pueda optarse por medirlo por su volumen teórico.

5.29.3.4 Hormigón en masa

En los hormigones en masa y moldeados se medirán separadamente los hormigones por su volumen real en metros cúbicos y en encofrado por su superficie en metros cuadrados.

5.29.3.5 Hormigón armado

Se medirán por metros cúbicos con arreglo a las secciones y longitudes de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra.

5.29.4 Carpintería de armar

5.29.4.1 Encofrados

Los encofrados se medirán por metro cuadrado de su superficie realmente encofrada.

En el precio se considerará incluido el coste de todos los materiales, mano de obra y medios auxiliares para el montaje, sustentación y desmontaje de los encofrados, incluso el del alambre de atar que sea necesario utilizar y las cimbras o andamios necesarios.

5.29.5 Aceros

5.29.5.1 Armaduras de acero para hormigón armado

En el precio irán incluidos, además del propio material, la carga, descarga, transporte, almacenamiento, el material de atado, y los puentes "borriquetas", o dispositivos similares para la sujeción de armaduras.

El acero en redondos para hormigón según los siguientes descompuestos:

- a) Longitud teórica de las barras en los planos de ejecución.
- b) Longitud teórica de los solapes que se hayan ejecutado en obra.
- c) Un 7% de la suma de las partidas a) y b) en concepto de recortes.

En el caso de que exista dificultad para medir las longitudes correspondientes a la partida b), se valorarán estas en un 5% de la partida a).

La suma de las partidas a), b) y c) darán la longitud total de las barras, con la cual, y utilizando las tablas de pesos teóricos de redondos, se obtendrá el peso en kilogramos de las armaduras.

5.29.5.2 Barandillas

Las barandillas se medirán y valorarán por kilogramos, abonándose aparte la pintura.

En el precio se considerarán incluidos todos los materiales, operaciones y mano de obra necesaria para realizarlas, incluso la sujeción definitiva a los forjados y la terminación de estos sobre los soldados y cantoneras.

5.29.6 Albañilería

5.29.6.1 Tabiquería

La tabiquería se medirá y abonará por superficie, según la unidad que figure en el cuadro de precios y atendiendo a las medidas de los planos de obra y a las ordenadas por la dirección de la misma.

Se medirán descontando huecos siempre que estos tengan una superficie superior al 5% del total de un mismo paño.

No serán de abono los excesos de obra que ejecute el Contratista sobre los correspondientes a los planos por error, conveniencia o cualquier causa no imputable al Propietario.

Los precios comprenden todos los materiales, operaciones, transportes, instalaciones auxiliares, etc. necesarias para completar la ejecución de según prescripciones de este Pliego, incluso el mortero de asiento.

5.29.6.2 Fábrica de bloque de hormigón

Se medirán por metros cuadrados según el espesor que figuren en el cuadro de precios aplicándose respecto a descuento de huecos y exceso de obra lo indicado en el apartado de tabiquería.

5.29.6.3 Guarnecido y tendido de yeso

Se medirán por metros cuadrados de superficie total realmente ejecutada y medida según el paramento de la fábrica terminada, esto es, incluyendo el propio grueso del revestimiento y descontando los huecos, pero midiendo mochetas y dinteles.

El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para ejecutarla perfectamente.

5.29.6.4 Enfoscados

Se medirá y abonará por metros cuadrados de superficie total realmente ejecutada y medida según el paramento de fábrica terminada, esto es, incluyendo el propio grueso de revestimiento y descontando huecos, pero midiendo mochetas y dinteles.

En fachadas se medirán y abonarán independientemente el enfoscado y el revoco ejecutado sobre éste, sin que pueda admitirse otra descomposición de precios en las fachadas que la suma del precio del enfoscado base más el revoco del tipo determinado en cada caso.

El precio de cada unidad de obra comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para ejecutarla perfectamente.

5.29.6.5 Peldaños, vierteaguas, albardillas y batientes

Se medirán y abonarán por metro lineal según las dimensiones que señalen los planos correspondientes.

En el precio están incluidos todas las operaciones, mano de obra, maquinaria auxiliar y materiales, incluido el mortero de cemento preciso para su colocación.

5.29.7 Forjados

5.29.7.1 Sistemas completos de forjados

Los forjados se medirán y abonarán por metros cuadrados de superficie vista de forjado, por su cara superior.

En el precio se considerarán incluidos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares para realizar totalmente la unidad, así como las entregas y apoyos en muros en vigas, el encofrado y cimbras, los ensayos, pruebas etc.

5.29.8 Gravas

5.29.8.1 Capas filtrantes

La piedra partida utilizada para la formación de zanjas filtrantes se medirá y abonará por su volumen teórico, deducido de las secciones tipo de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra. Se descontará el volumen ocupado por las tuberías, caso de haberlas.

5.29.9 Carpintería de taller

5.29.9.1 Carpintería de huecos

La carpintería de cualquier material se medirá y abonará por la superficie del hueco en metros cuadrados, aplicándose el precio correspondiente a cada tipo de obra que figure en el Presupuesto.

En el precio se incluyen los materiales, fabricación, transporte, herrajes de colgar, etc., abonándose aparte el recibo de cercos.

En la carpintería metálica quedan incluidos todos los materiales necesarios para su colocación y sujeción, salvo, en su caso, los palastros de sujeción a las estructuras de hormigón, cuya preparación se abonará aparte. Para terminar el precio que debe aplicarse, con arreglo a la proporción de superficie practicable, en relación a la total, se considerará como tal la superficie de carpintería sin interrumpir por fábricas o elementos estructurales.

5.29.10 *Tuberías*

Se entiende por metro lineal de tubería de cualquier material y de diversos tipos y diámetros, la longitud correspondiente a estas unidades de obra, completamente colocada y probada de acuerdo con las condiciones del presente Pliego, medida en proyección horizontal conforme al Plano longitudinal correspondiente.

Se abonará por metro lineal de tubería colocada y probada satisfactoriamente, a los precios del Presupuesto, estando incluido en dichos precios la adquisición del material, su transporte a obra, su colocación, juntas, pruebas y parte proporcional de las piezas especiales estandarizadas o de taller, necesarias para el montaje de totalidad de la red y de los manguitos de giro precisos.

El contratista adoptará las medidas necesarias encaminadas a evitar la flotación y movimiento de los tubos en la zanja con anterioridad al relleno de la misma. Cualquier avería originada por este motivo deberá ser reparada por el Contratista y no será de abono por parte de la parte contratante.

5.29.11 *Pavimentos, solados, revestimientos y fachada*

5.29.11.1 *Sub-base para firmes de carretera*

La sub-base se abonará por su volumen teórico, una vez efectuada la compactación. Para efectuar esta medición deberán observarse exactamente las indicaciones dadas por la Dirección de Obra, dejando testigos o señales que marquen los cambios de espesor en la capa de la sub-base.

En el precio están incluidos todas las operaciones, materiales, mano de obra y maquinaria auxiliar, etc., necesarios para efectuar la sub-base, incluso la preparación y selección de los terrenos que han de utilizarse en su formación.

5.29.11.2 *Base regular para firmes de carretera*

La base granular para firmes se medirá y abonará por su volumen teórico deducido de las secciones tipo de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra.

En el precio se consideran incluidos todos los materiales, operaciones y mano de obra necesarias para dejarlo completamente compactado.

Separadamente se medirá y abonará, por el volumen real empleado por metro cuadrado la gravilla utilizada para el recebo.

5.29.11.3 *Capa de rodadura de riegos asfálticos*

Los riegos, se medirán y abonarán por la superficie regada, deducida de los, datos correspondientes a la sección teórica de los planos o de los que hayan ordenado la Dirección de Obra.

Si efectuadas las pruebas necesarias, resultara la conveniencia de variar la cantidad de ligante utilizado, tanto en el riego de imprimación como en el tratamiento superficial, quedarán automáticamente modificados los precios, según la relación en que se haya alterado las cantidades de ligante.

Si fuera preciso añadir a los riegos algún activante al ligante, el precio de los mismos quedará aumentado en el coste del activante a pie de obra, con exclusión de cualquier otra cantidad.

En el precio se considerarán incluidos todas las operaciones, materiales, mano de obra y maquinaria auxiliar, etc., necesarios para realizar totalmente la unidad de obra.

5.29.11.4 *Colocación de bordillos*

El bordillo se medirá y abonará por metro lineal, abonándose la colocación del bordillo, su cimentación y la excavación necesaria para realizarlo.

Se considera incluido en el precio de colocación, el mortero de agarre y rejuntado y el cemento necesario para ello.

5.29.11.5 *Solado de baldosa hidráulica*

Se medirá y abonará por metro cuadrado de superficie realmente ejecutada.

Se consideran incluidos en el precio, los materiales, mano de obra y operaciones necesarias para colocar las piezas, incluso el rejuntado con pasta de color y todas las operaciones necesarias para obtener el grado de terminación final que se haya previsto en el Proyecto.

Dado que en las edificaciones industriales existen zonas con gran número de bancadas, zanjas y otros obstáculos, que dan lugar a una dificultad especial en la colocación del solado y aumentar el número de recortes, el Contratista deberá prever esta circunstancia al fijar su precio, ya que no se admitirán incrementos del mismo motivados por las citadas causas.

5.29.11.6 *Solado de terrazo*

Se medirá y abonará por metros cuadrados colocados, incluyendo en el precio el pulido final del pavimento y todas las operaciones necesarias para obtener el grado de terminación final que se hayan previsto en el Proyecto.

5.29.11.7 Alicatado de azulejos

Los alicatados se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie realizada.

En el precio se considera incluido el coste de todos los materiales, mano de obra, aristado, preparación de superficies, pasta de agarre, rejuntado, piezas especiales y todas las operaciones necesarias para realizar la unidad, incluido el andamiaje y el cemento de mortero de agarre.

5.29.12 Pinturas

5.29.12.1 Pinturas sobre paramentos y carpintería

La pintura se medirá y abonará por metro cuadrado de superficie pintada, en el caso de paramentos, muros, tabiques, techos y estructuras de hormigón.

El precio incluye el costo de todos los materiales, incluso imprimación, mano de obra y operaciones necesarias para su buen acabado, así como la preparación y la limpieza de superficies, plastecidos, lijados, etc.

5.29.13 Pilotes prefabricados

Se abonarán por metro lineal de tramos completos suministrados a pie de obra, necesarios para la hincada del pilote hasta la profundidad indicada por la Dirección de Obra, incluida parte proporcional de junta y descabezado hasta cota inferior de encepados.

5.30 Pliego de condiciones económicas

5.30.1 Alcance

El alcance del Pliego de Condiciones Económicas es el recogido en los siguientes puntos:

- Todos los documentos, requisiciones, fichas técnicas, especificaciones, planos, condiciones particulares, etc., adjuntos al Pedido, forman parte integrante del mismo.
- Las prestaciones específicas en el pedido no se considerarán realizadas, ni serán aceptadas hasta que se entiendan cumplidas totalmente con arreglo a lo convenido.
- En su caso, cuando algún detalle de los indicados en los planos fuera omitido en la especificación correspondiente o viceversa, el proveedor deberá salvar esta omisión, sin que pueda pretender elevar el nivel del precio convenido, siempre y cuando haya referido expresamente su oferta a dichos documentos.

5.30.2 Ejecución

El pedido se convertirá automáticamente en contrato en el momento en que llegue al poder del cliente la copia del mismo con la marca "Aceptación de Pedido" firmada por el proveedor.

El proveedor acepta que el pedido contiene el convenio definitivo entre el comprador y proveedor y que no existe ningún otro tipo de convenio que modifique los términos, condiciones o especificaciones del pedido, a menos que se haya realizado ulteriormente por escrito y aceptado por ambas partes.

El proveedor devolverá la copia con la marca "Aceptación de Pedido" antes de transcurridos diez días de la fecha de emisión del mismo. El comienzo de la ejecución del pedido sin cumplir este requisito implica la aceptación sin reservas de todas las estipulaciones del mismo.

Todos los términos, condiciones y especificaciones incluidos o adjuntos a la oferta del proveedor, así como la correspondencia relacionada con la misma a la que no se haga referencia expresa en el pedido, se considerarán anulados. La mera cita de la oferta en el pedido o documentos anexos no modifica esta cláusula.

No se aceptarán Condiciones Generales de Venta que estén en contradicción con cualquiera de las establecidas en este documento, por lo que el proveedor dará absoluta prioridad a estas condiciones generales de compra y nunca a las condiciones generales de venta, salvo que sean negociadas previamente.

5.30.3 Precio de las obras

Será de cuenta del contratista el pago de jornales, herramientas y útiles; o sea, de todos los gastos que se originen hasta la completa terminación y entrega de las obras.

No habrá alteración en la cantidad estipulada, como ajuste de las obras, aunque en el curso de las mismas sufran alteración los precios de los materiales o jornales, siempre que por disposición oficial no presente un exceso mayor del 5% del importe total de la obra pendiente de realizar en dicha fecha.

5.30.4 Precios extra

A menos que el pedido indique otra cosa, los precios serán totales, fijos y no sujetos a revisión.

No se admitirán aumentos de precio sobre los indicados en el pedido, a no ser que estén autorizados por escrito mediante los correspondientes suplementos del pedido, ni aún en el supuesto de que se fijase su revisión de forma legal, por norma de dicho carácter.

A no ser que el pedido indique otra cosa, los precios se entenderán con la mercancía puesta en obra.

No se admitirán precios extras por embalaje, bobinas, cajas, jaulas, acondicionamiento del medio de transporte o carretaje que no estén indicados en el pedido.

El proveedor será responsable de los gastos originados por la paralización de vehículos siempre que el motivo no sea imputable al comprador o contratista.

5.30.5 Obras de mejora o ampliación

Si en virtud de disposición superior se introdujesen mejoras en las obras, sin aumentar la cantidad del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarlas con la baja proporcional si la hubiese al adjudicarse la subasta.

Si la ampliación o las mejoras representasen una modificación de las obras, el contratista quedará asimismo obligado a su ejecución siempre que la variación se ordene por escrito y vaya con el visto bueno del Ingeniero Director.

5.30.6 Distribución de documentos

El proveedor deberá entregar la documentación técnica conforme se indique en las instrucciones de envío de documentación.

La tramitación de facturas y documentos se ajustará estrictamente a las "Instrucciones de Embalajes, Marcado, Envío y Facturación".

5.30.7 Baja en subasta de concurso

De existir ésta, deberá el contratista discriminarla plenamente en cada uno de los precios descompuestos y en la memoria que deberá presentar como justificación de la misma.

5.30.8 Medición y valoración de obras

La medición y valoración de las obras ya se ha descrito de manera particular para cada uno de los distintos materiales y unidades de obra en anteriores apartados del Pliego de Condiciones, por lo que para más información se tendrá que remitir a ellos.

5.30.8.1 Elementos comprendidos en los precios del presupuesto

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de elevación y transporte de material y los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, y otros que como las indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto con que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Autonomía o Municipio.

Por esta razón no abonarán al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

5.30.8.2 Valoración de las unidades no expresadas en este pliego

Las medidas parciales se verificarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes.

La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del contratista.

En el acta que se extienda debe haberse verificado la medición, y en los documentos que la acompañen deberá aparecer la conformidad del contratista o su representación legal.

En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obligan.

5.30.9 Equivocación en el presupuesto

Se supone que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores y equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios.

De modo que si la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior se descontará del presupuesto.

5.30.10 Valoración de obras completas

Cuando por consecuencia de rescisión u otras no fuera necesario valorar las obras completas, se aplicarán los precios del Presupuesto sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola de forma distinta a la establecida en los cuadros de comprobación de precios.

5.30.11 Precio contradictorio

Si ocurriera algún caso excepcional o imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la entidad propietaria y el contratista, estos precios deberán fijarse por el Ingeniero Director de Obra, antes de que la obra se haya ejecutado.

Pero si por cualquier circunstancia, la obra hubiese sido ejecutada ya, se entiende que el contratista acepta los precios fijados por el Ingeniero Director.

5.30.12 *Relaciones valoradas*

El Ingeniero Director de las obras formará una relación valorada de los trabajos ejecutados, sujeto a los precios del presupuesto.

El contratista presenciara las obras de medición para extender esta relación y tendrá un plazo de diez días para examinarla, debiendo dar su conformidad dentro de este plazo o hacer, en caso contrario, las reclamaciones que considere oportunas.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que un carácter provisional y no supone aprobación de las obras en ellas comprendidas.

5.30.13 *Reclamaciones del contratista*

El Ingeniero Director de las obras remitirá, con la oportuna certificación, las relaciones valoradas de que se trató en el apartado anterior con las que hubiese hecho el contratista reclamación, acompañando un informe acerca de éstas.

La Propiedad aceptará o rechazará dichas reclamaciones, según estime pertinente en justicia y tras haber reconocido las obras si así lo aconsejase la importancia del caso.

Contra esta resolución no cabe reclamación alguna.

5.30.14 *Liquidación y abono de las obras*

5.30.14.1 *Carácter provisional de las liquidaciones parciales*

Las liquidaciones parciales tienen el carácter de documentos provisionales, sujetos a las certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación o recepción de las obras que comprenden.

La propiedad se reservará en todo momento, y especialmente al hacer efectivas dichas liquidaciones parciales, el derecho a comprobar si el contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra.

A este efecto, el contratista presentará todos los comprobantes que se le exijan.

5.30.14.2 *Liquidación final*

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final que incluirá el importe de las unidades de la obra realizada y de la que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas con sus precios por la Dirección Técnica.

De ninguna manera tendrá derecho el contratista a formular reclamación por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito por la entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director de las obras.

5.30.15 *Plazo de entrega*

El plazo de entrega que se establece en el pedido será firme y tendrá la consideración de elevarse a elemento causal del contrato. No se admitirán modificaciones en dicho plazo de entrega a menos que el comprador lo haya aceptado específicamente por escrito mediante el correspondiente suplemento de pedido.

No se aceptarán retrasos debido a condiciones extremas de cualquier naturaleza. No se podrán alegar condiciones adversas como justificación de retrasos en la ejecución del contrato a no ser que estén incluidas en las causas de fuerza mayor que se relacionan en el apartado correspondiente.

5.30.15.1 *Plazo de ejecución*

El contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro del plazo indicado en la oferta de la firma adjudicataria, contado a partir de la fecha de adjudicación de las obras definitivas.

En caso de incumplimiento incurrirá en las siguientes sanciones:

- Respecto al plazo final: El dos por mil del importe del presupuesto total ofertado, por cada día de retraso laborable a contar desde la fecha de finalización del plazo asignado a la obra.
- Respecto a los plazos parciales: El uno por mil del importe del presupuesto total ofertado por cada día de retraso laborable sobre la planificación prevista, en cada una de sus fases.

La estimación de las sanciones por retrasos indefinidos o rendimiento inferior a lo pactado será competencia del Ingeniero Director de la obra, que sin ulterior recurso fallará en cualquier caso de desavenencia de estimaciones con las facultades procesales del árbitro.

En toda certificación se consigna, mediante la pertinente diligencia, el total importe que en su caso deba deducirse en concepto de sanción por cada día de retraso en el cumplimiento de los plazos fijados.

El importe de las sanciones será recuperable en cada certificación en caso de cumplimiento posterior al ritmo previsto.

5.30.15.2 *Recepción provisional*

Al vencimiento del plazo de ejecución, o antes si hubiesen terminado las obras tendrá lugar la Recepción Provisional de las mismas.

Esta recepción se hará por el representante del cliente y en presencia del mismo.

Después de practicar un exhaustivo reconocimiento y si la obra estuviese conforme con todas las condiciones de este pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificativos de la liquidación final.

Una de estas actas quedará en poder del cliente y otra se entregará al proveedor.

5.30.15.3 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de 12 meses contados a partir de la fecha en que la recepción provisional queda hecha. Durante este periodo el cliente podrá hacer uso del equipo

5.30.15.4 Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía se verificará la recepción definitiva con las mismas personas y en las mismas condiciones que en la provisional.

Si las obras están en perfectas condiciones, el proveedor quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio del cliente y dentro del plazo que se marque queden las obras del modo y forma que determina este Pliego de Condiciones.

Si tras nuevo reconocimiento resultase que el proveedor no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata, con pérdida de la fianza, a no ser que el cliente crea conveniente conceder un nuevo plazo.

5.30.15.5 Fianza

El proveedor deberá constituir una fianza compuesta de las siguientes partidas:

- Un 5% del presupuesto ofertado, que se constituirá por aval bancario, en el término de 15 días a partir de la fecha de adjudicación.
- Un 5% del presupuesto total, por el descuento y retención personal de cada una de las certificaciones de obra.

5.30.15.6 Devolución de fianza

Aprobada la recepción y liquidación definitiva, se devolverá la fianza al proveedor después de haber acreditado en la forma que se establezca que no existe reclamación contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta por deudas de jornales o materiales, o por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo o por cualquier otra causa.

5.30.16 Fuerza mayor

Cualquier retraso o incumplimiento de una de las partes no constituirá falta de incumplimiento del pedido, ni dará lugar a reclamaciones, siempre que tal retraso o cumplimiento sea originado por circunstancias que escapen al control de la parte en cuestión e impidan el desarrollo de los trabajos incluyendo, sin que esta enumeración suponga limitación, las hostilidades bélicas, invasión, actos enemigos extranjeros, rebelión, revolución, insurrección o ejercicio del poder militar, guerra civil o tumulto (excepto que fuesen los propios empleados del proveedor), expropiaciones o

confiscaciones de las instalaciones o terrenos, cumplimiento de cualquier orden o demanda de las autoridades gubernativas o aquellas intervenciones de las fuerzas de la naturaleza que la previsión y competencia razonables por parte del proveedor no pudiera prever o razonablemente prevenir y en general, cualquier suceso imprevisible o que, siendo previsto, fuera inevitable.

Sin embargo, la fuerza mayor no incluirá los siguientes acontecimientos:

- Entrega tardía de equipos o materiales producida por congestión en la planta de un fabricante o en cualquier otro sitio, un exceso de ventas en el mercado o acontecimientos similares.
- Retraso en el cumplimiento de sus compromisos por un subproveedor, producido por falta de supervisores o mano de obra, ineficiencias o causas similares, a menos que el retraso surja de un acontecimiento de fuerza mayor y esté fuera de control tanto del proveedor como del subproveedor, y sea imposible disponer de una fuente alternativa aceptable de servicios equipos o materiales.

5.30.17 *Rescisión*

5.30.17.1 *Caso de rescisión*

En caso de quiebra o defunción del contratista quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o síndicos de la quiebra, ofrezcan llevarla a cabo, bajo las condiciones estipuladas en la misma.

La Propiedad podrá admitir o desechar el ofrecimiento sin que en último caso tengan aquel derecho a indemnización alguna.

Quedará rescindida la contrata cuando el contratista no cumpliera las obligaciones contraídas en este Pliego.

Se estima como causa de rescisión por culpa del contratista el que éste ceda o traspase el contrato sin permiso de la Propiedad.

También quedará rescindida la contrata si la Propiedad no cumpliera las condiciones consignadas en este Pliego de Condiciones y cuando transcurra el plazo de un mes sin que pueda el contratista comenzar las obras.

5.30.17.2 *Liquidación en casos de rescisión*

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena, a falta de cumplimiento del contratista, se abonarán a éste las obras ejecutadas con arreglo a las condiciones prescritas, todos los materiales a pie de obra pendiente de ejecución, y la cantidad de la obra pendiente de ejecución aplicándose a estos los precios que fije el Ingeniero Director.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las

mismas, abonándose al contratista una cantidad fijada de antemano y de común acuerdo, y en caso de no existir éste se someterán a juicio de amigables componedores.

Si el Ingeniero Director estimase oportuno no conservar dichos útiles, serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados a pie de obra que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un quince por ciento en calidad de indemnización por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones pueda entorpecerse la marcha de los trabajos.

5.30.18 Cesión

El proveedor o podrá asignar o transferir el pedido, no ninguno de sus derechos u obligaciones nacidos del mismo, sin la aprobación previa, por escrito, del comprador.

El proveedor no subcontratará la totalidad o parte del contenido del pedido, ni se asociará a terceros para la ejecución del mismo, sin la plena autorización por escrito del comprador.

La compra de materias primas y elementos estándares o comerciales no se considerará como subcontrato.

5.30.19 Cumplimiento de las leyes

El proveedor garantiza que al cumplimentar el pedido cumplirá con todas las disposiciones gubernamentales aplicables y leyes o reglamentos locales, provinciales, regionales o nacionales.

Antes de la entrega del material, el proveedor proporcionará a su cargo, al comprador, las necesarias autorizaciones gubernamentales o de otras autoridades que fuesen aplicables al material, debiendo eximir al comprador de cualquier responsabilidad o penalidad que pudiera serle impuesta a causa de la violación de las leyes en que incurriese por sí mismo en todo lo relacionado con el pedido.

El proveedor se compromete a cumplir con todas las obligaciones fiscales derivadas del impuesto sobre el rendimiento del trabajo personal en base a su nómina.

El proveedor se compromete a cumplir con la legislación sobre seguros sociales o sobre cualquier gravamen estatal, provincial o local de obligado cumplimiento al respecto.

5.30.20 Garantías

El proveedor garantiza que la totalidad del material suministrado por él o sus proveedores y subcontratistas esté libre de defectos o fallos de diseño, materiales, mano de obra, fabricación o funcionamiento que pudiera surgir bajo uso normal, que sea fabricado de conformidad con las especificaciones, planos normas y demás documentos

técnicos aplicables, y que los trabajos, materiales y equipos son de primera calidad y adecuados para el fin a que se destinan.

El proveedor garantiza que el producto suministrado está libre de defectos en el diseño, en los materiales y en ejecución durante un plazo que durará hasta que se produzca uno de los dos supuestos siguientes:

- El transcurso de un año de funcionamiento continuo del producto suministrado.
- El transcurso de dieciocho meses a partir de la entrega en los almacenes del proveedor.

Esta garantía está también en vigor a favor de los cesionarios del comprador y usuarios del producto.

El proveedor se compromete a sustituir o corregir con prontitud y sin gasto para el comprador todo el material que no cumpla con cualquiera de los requisitos anteriores, previa notificación del comprador.

Si el proveedor repara o reemplaza tales defectos, se aplicará la misma garantía indicada en el párrafo anterior a aquellas partes reparadas o reemplazadas hasta la expiración de un año a partir de la última fecha en que tales reparaciones fueron satisfactoriamente realizadas.

En el caso de que el proveedor no cumpliera su obligación de corregir o sustituir tal como se establece anteriormente, el comprador podrá corregir o sustituir tales materiales y cargar al proveedor los gastos consiguientes, obligando al proveedor a mantener las garantías establecidas.

No excusará al proveedor las obligaciones de la garantía cualquier revisión de los planos, inspección de equipos o participación de los representantes del comprador en las discusiones con el proveedor o los subcontratistas de éste.

El proveedor garantiza que el material está libre de gravámenes y cargas a favor de terceros. El proveedor exonerará e indemnizará al comprador de cualquier gasto, carga o gravamen resultante del incumplimiento de sus obligaciones contractuales con los suministradores, subcontratistas, empleados, representantes o cualquier persona con quien haya contraído un compromiso de cualquier naturaleza.

Como se ha indicado en el apartado referente a Fianza se retendrá el 10% del importe total del pedido. Dicho porcentaje se deducirá de los pagos correspondientes y se pagará a la cumplimentación de todas las garantías, siendo sustituible por aval bancario una vez recibida la totalidad del material.

5.30.21 *Cancelación de la orden de compra*

El comprador, podrá en cualquier momento, ejercitar el derecho a cancelar la orden de compra, mediante notificación por correo certificado al proveedor con 10 días de

antelación a la fecha de cancelación. Al recibo de dicha notificación, el proveedor cancelará inmediatamente los subpedidos de materiales, instalaciones auxiliares y suministros relacionados con la orden de compra y en adelante, sólo hará lo necesario para preservar y proteger el trabajo ya realizado.

El proveedor renuncia a reclamar al comprador daños y/o perjuicios de ninguna índole como consecuencia de la cancelación.

En el caso de la cancelación del pedido, el comprador solamente pagará al proveedor las facturas correspondientes a la parte del trabajo realizado hasta la cancelación, en la medida que éstos trabajos hayan sido efectuados de acuerdo con la orden de compra, deduciendo cualquier pago previo.

El comprador podrá además ejercer el derecho a cancelar la orden de compra cuando el proveedor incumpla cualquier disposición de la misma y/o adjuntos, o se dé alguna de las circunstancias que a título de ejemplo y no de modo limitativo, se relacionan a continuación:

- a) La quiebra o suspensión de pagos del proveedor.
- b) El que no se dé comienzo al trabajo en el plazo señalado en la orden de compra.
- c) El incumplimiento reiterado de las obligaciones frente a terceros y/o cualquier disposición de la orden de compra, que pudiera afectar a su cumplimentación.
- d) El incumplimiento de la legislación vigente que afecte al cumplimiento de la orden de compra.
- e) El incumplimiento reiterado de las instrucciones del comprador y/o representantes.
- f) Negligencia o abandono de la ejecución de la orden de compra.
- g) No emplear para la realización del trabajo el personal y/o los medios necesarios para llevar a buen fin el mismo en los plazos acordados.
- h) Huelgas o cualesquiera otros actos concertados de los trabajadores u otros acontecimientos similares que afecten a la realización de la orden de compra, y que el proveedor no haya prevenido o contrarrestado mediante actuación dirigente.
- i) Cuando la calidad de la ejecución obtenida durante la realización del trabajo no alcance los niveles mínimos especificados en los documentos contractuales.

En caso de cancelación por cualquiera de las causas que se indican en la presente cláusula, a excepción de las que se indican en el apartado h), el comprador podrá optar entre adquirir o no la propiedad de los materiales en el estado en que se encuentren en el momento de la cancelación.

Si el comprador opta por adquirir la propiedad de los materiales en el estado en que se encuentran en el momento de la cancelación, los pagos a efectuar por el

comprador al proveedor por cualquier concepto consistirán en las cantidades que proporcionalmente correspondan a los materiales según el porcentaje realizado del valor de la orden, menos un 20% en concepto de indemnización por daños y perjuicios al comprador.

Si el comprador optase por no adquirir los materiales en la forma indicada anteriormente el proveedor vendrá obligado a devolver todas las cantidades recibidas del comprador hasta el momento de la cancelación, haciendo el proveedor suyos tales materiales. En este caso, el comprador podrá ejecutar el citado aval bancario de garantía de cumplimiento y podrá ejercitar todas las acciones legales que le amparen a fin de recuperar la totalidad de las cantidades entregadas al proveedor, así como ejercitar si lo cree conveniente, la acción de daños y perjuicios.

En el caso previsto en la anterior cláusula (punto h) y atendiendo a las circunstancias, gravedad y duración prevista de la huelga o conflicto laboral, el comprador tendrá derecho a cancelar la orden de compra parcial o totalmente adquiriendo la propiedad del suministro total o parcial en el estado en que se encuentre, mediante el pago único del costo de los materiales o mano de obra empleados hasta el momento, sin que el comprador venga obligado a satisfacer ninguna otra cantidad por concepto alguno.

El proveedor, al pago por el comprador de las sumas que se prevean en las cláusulas anteriores, si éste es el caso, tomará las medidas necesarias para traspasar al comprador todos los derechos del proveedor correspondientes a convenios existentes con terceros relativos a la orden de compra cancelada y entregará al comprador el material en el estado en que se encuentre así como todos los dibujos, datos y cualquier documentación preparada para el comprador en concepto de ejecución del trabajo hasta la fecha de cancelación.

Salvo lo previsto anteriormente en el caso de cancelación, el proveedor y el comprador quedarán eximidos de cualquier reclamación que una de las partes pueda hacer a la otra en relación con la parte sin completar de la orden de compra. No obstante, las estipulaciones de la orden de compra, continuarán en pleno vigor y efecto por lo que se refiere a todo el trabajo que ya se haya realizado previamente a la fecha de cancelación, así como con relación a todas las restantes obligaciones señaladas en la orden de compra que no dependa de la terminación completa del trabajo.

El proveedor se compromete a obtener de sus proveedores el compromiso formal de que en el caso de que el comprador cancelase la orden de compra todos los materiales comprometidos quedan en propiedad de éste, si opta por quedárselos.

5.30.22 *Accidentes e indemnizaciones*

Si el proveedor, bien directamente o por medio de alguno de sus agente o empleados, hubiese de entrar en la zona de trabajo del comprador con cualquier fin, deberá comprometerse a autorizar prever y tomar todas las precauciones salvaguardas y protecciones adecuadas, necesarias y suficientes contra accidentes o daños personales o materiales que puedan afectar a cualquier persona o propiedad, durante el proceso del trabajo objeto de este pedido, e indemnizará y eximirá al comprador y a sus representantes de toda pérdida o responsabilidad económica o multa en que se incurra por el incumplimiento de las normas legales en la ejecución de este pedido.

5.30.23 *Publicidad*

El proveedor acepta el pedido bajo condición de que el material no podrá ser citado, descrito o utilizado como ilustración con fines directa o indirectamente publicitarios sin previa autorización, expresa y por escrito del comprador.

5.30.24 *Identificación del comprador*

Todas las peticiones de oferta, pedido o cuantos documentos sean cursados por el proveedor a sus subproveedores deberán indicar claramente que los materiales adquiridos son destinados al cliente, incluyendo su nombre completo y dirección.

5.30.25 *Documentación*

Todos los planos, diseños y especificaciones facilitados por el comprador al proveedor deben ser considerados como confidenciales y de propiedad exclusiva de aquel. No deben ser prestados a terceros, copiados ni usados sin previo consentimiento por escrito del comprador.

El proveedor deberá entregar sin gasto alguno para el comprador, todos los planos requeridos, así como la documentación acordada en el pedido en las fechas y cantidades establecidas.

6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

6.1 Introducción

Mediante las mediciones y el presupuesto, buscamos poder valoración “a priori” el coste de la planta de compostaje. Se basa en la previsión del total de los costes involucrados incrementados con el margen de beneficio previsto.

Las mediciones y el presupuesto tienen por tanto, como finalidad dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto, no reflejan ni los gastos de explotación ni los de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

En términos generales para determinar el presupuesto de un proyecto debemos:

- Identificar y definir las distintas unidades de obra que intervengan.
- Saber cuál es el precio unitario de cada una de ellas.
- Hacer las mediciones de cada unidad de obra.
- Multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medición correspondiente

A continuación indicamos la estructura genérica de la que se compone el presupuesto:

Presupuesto de ejecución material:

Suma del presupuesto de las distintas partidas que componen el documento “mediciones y presupuesto”, sin incluir gastos generales, beneficio industrial, honorarios ni impuestos. Sería el coste de una obra sin impuestos ni honorarios si el promotor contratase directamente a los obreros, adquiriese los materiales, alquilase la maquinaria, etc.

No hay que olvidar en el presupuesto de ejecución material, la inclusión del presupuesto de seguridad y salud (P.R.L.), el presupuesto de control de calidad de edificios e instalaciones y el porcentaje para el Patrimonio Histórico Español (este último sólo en obras públicas).

Presupuesto de contrata:

Suma del presupuesto de ejecución material más gastos generales de empresa, beneficio industrial e IVA.

Los gastos generales son los que el contratista tiene por el hecho de ejercer una actividad empresarial y que son distintos de los costes de ejecución. Serían los gastos de oficinas generales (no de obra), personal administrativo (no en obra), gastos fiscales, gastos financieros, tasas de la administración, etc.

Si únicamente se tuvieran en cuenta el presupuesto de ejecución material y los gastos generales el contratista no ganaría nada por la ejecución de la obra por lo que es necesario añadir el beneficio industrial.

En obras oficiales el beneficio industrial más utilizado es del 6%, y los gastos generales el 13%. No debe afectar a las partidas de “seguridad y salud”.

Al presupuesto de ejecución material más los gastos generales y beneficio industrial se le han de aplicar el IVA (tipo general), como a cualquier otro producto que se vende.

Presupuesto total:

Es el presupuesto de contrata más los honorarios profesionales del proyectista y de la dirección de obra con su correspondiente IVA.

6.2 Unidades de obra

Cada una de las partes en que se ha dividido el proyecto a efecto de cálculo del presupuesto, de forma que primero se determina el coste total de cada una de esas partes (precios descompuestos), a continuación se determina el número de veces que se repite cada una de estas unidades de obra (medición), y finalmente se procede a la valoración sumando el producto de precios descompuestos por las mediciones halladas.

Cada unidad de obra se expresará con la unidad de la magnitud física más característica.

La partición del proyecto en una u otra unidad de obra es función de la disponibilidad del precio descompuesto y de la facilidad de medición. Se prefiere utilizar unidades de obra cuyo precio haya sido previamente calculado.

Cada unidad de obra está formada por diversos materiales que habrán precisado para su puesta en obra aporte de mano de obra y medios auxiliares.

Es preciso definir las correctamente, dejando claro lo que cada unidad conlleva, sin ambigüedades. Debe reflejarse en su descripción o definición los elementos de que consta, su grado de terminación, tipo de equipo con que debe ser ejecutada, si se incluye o no el transporte, si incluyen o no piezas especiales, controles de calidad, etc.

En la página siguiente se mostrará en una tabla la partida presupuestada de un capítulo del proyecto a modo de ejemplo obtenida mediante la utilización de herramientas informáticas. El uso de un software facilita enormemente el cálculo de cada partida y permite actualizar ó modificar rápidamente el presupuesto por una variación de precios de cualquier material, añadir partidas nuevas ó corregir unidades estimadas de consumo en la construcción de la planta de compostaje.

Se puede realizar a mano o con tablas Excel pero es más lento de realizar, actualizar ó corregir.

Ejemplo capítulo de formación de explanada

PRESUPUESTO				
PLANTA DE COMPOSTAJE				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 FORMACIÓN EXPLANADA				
SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.01.01	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación sin clasificar de la explanación, incluso carga y transporte a vertedero(y canon de vertido) o lugar de empleo de los productos de la excavación. Según cubricaciones S/cubica acceso			
		95.000,00	2,81	266.950,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				266.950,00
TOTAL CAPÍTULO 01 FORMACIÓN EXPLANADA				266.950,00

Figura 6.36.: Representación de un capítulo del presupuesto mediante software

6.3 Mediciones

Es el conjunto de operaciones realizado sobre cada unidad de obra para obtener su cantidad.

La medición es la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra.

Se hace sobre planos definitivos, aunque en la práctica, en la realización de las “mediciones” se suelen solventar incorrecciones en los planos.

Se estructura en capítulos, siguiendo el mismo criterio que en memoria y pliego de condiciones.

En ocasiones se recurre a partidas alzadas (difíciles de cuantificar en proyecto). No obstante, hay que evitarlas en lo posible.

6.4 Software para mediciones y presupuestos

Para la realización del presupuesto del proyecto se ha mecanizado con la utilización de bases de datos y software diverso, que permiten ahorrar tiempos y evitar errores. Se facilita mucho el estudio de los presupuestos y la incidencia de variaciones de precios simples.

Existen publicadas bases de datos de precios en construcción, con numerosas partidas ya construidas a base de precios de mano de obra, precios simples y auxiliares, relacionados de tal forma que la variación de cualquiera de ellos, puede hacer automáticamente que se recalculen el presupuesto.

Existe numeroso software específico para el manejo de estas bases de datos y la realización de Mediciones y Presupuestos.

Para el presente proyecto se ha utilizado un simulador del programa “Presto” uno de los programas más utilizados comúnmente para el cálculo presupuestos y mediciones.

Cuenta con una tabla de datos actualizada y permite obtener extracción de mediciones de planos de AutoCAD o en formato DWG, entre otras muchas funciones.

6.5 Resumen partidas generales estimadas para el proyecto

6.5.1 Formación de explanada

Se han tenido en cuenta todos los trabajos necesarios para la excavación de la explanación, incluyendo carga y transporte al vertedero (canon de vertido) ó lugar de empleo de los productos procedentes de la excavación.

El importe total presupuestado para esta partida asciende al 266.950,00 €

6.5.2 Realización de firmes

Se han incluido en esta partida los trabajos relativos a la preparación (puesta en obra de los materiales, extendido, compactado y preparación de la superficie de asiento) de los firmes necesarios y de los materiales de acabado (mallas, hormigones, bordillos, etc.) para la planta, viales interiores y accesos a la instalación.

El presupuesto destinado asciende a un total de 639.515,21 €

6.5.3 Protección contra incendios e instalaciones exteriores

Se han tenido en cuenta todos los trabajos relativos a la preparación de las redes de protección contra incendios e instalaciones exteriores que necesita la planta de compostaje, para su correcto funcionamiento. Desde las excavaciones necesarias, rellenos, canalizaciones, tuberías, equipos de bombeo, hidrantes, bocas de incendio, detectores, central de detección analógica, extintores, arquetas, bases de hormigón, cableados, puntos de luz, bloque de alumbrado de emergencia, acometida, etc.

Destinándose una partida presupuestaria de 120.343,66 €

6.5.4 Nave mezcladora

Se han tenido en cuenta todas las fases para la construcción de la nave de mezcla, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

El presupuesto estimado asciende a 96.679,26 €

6.5.5 Nave de maduración

Se han considerado todas aquellas fases necesarias para la construcción de la nave de maduración, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

La estimación presupuestaria es de 545.700,28 €

6.5.6 Nave de almacenamiento

Se han tenido en cuenta todas las fases para la construcción de la nave de almacenamiento, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

El presupuesto estimado asciende a 267.627,34 €

6.5.7 Edificio de servicios

Se han considerado todas aquellas fases necesarias para la construcción del edificio de servicios, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de los suelos (hormigonados y colocación de pavimentos), cerramientos, albañilería, tejado, bajantes, pintura en paredes interiores-exteriores, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, carpintería de madera, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias como es el equipamiento necesario para las oficinas, servicios, aseos y vestuarios.

Se ha destinado un presupuesto de ejecución de 116.173,76 €

6.5.8 Túneles de fermentación

En esta partida se incluirán todos aquellos trabajos necesarios para la construcción y puesta en marcha de los túneles de fermentación. Tanto desde las fases

iniciales de regularización y compactación del terreno, como las excavaciones, rellenos, encofrados-desencontrados, colocación de mallazos, colocación de juntas de dilatación, hormigonados, hasta el montaje del equipamiento y equipos necesarios para el funcionamiento de los túneles (ventilador, sondas, compuertas de recirculación, analizadores de gases, válvulas, conducciones, puertas, sistemas de riego, cuadros de control, PLCs, cableados, conexiones, etc., para el correcto funcionamiento de los mismos incluido el periodo de formación y adiestramiento necesarios. Contrato tipo llave en mano.

El presupuesto asciende a un total de 612.043,66 €

6.5.9 Galería de servicios

Desde la excavación a la realización de firmes, encofrados-desencontrados, colocación de mallazos, hormigonado de cimentaciones, hormigonado de losas, tratamiento endurecedores de superficie para soleras a base de cuarzo, estructura metálica necesaria, etc.

Destinándose a esta partida un importe de 24.999,16 €

6.5.10 Biofiltro

Se han tenido en cuenta todo aquellos trabajos necesarios de regularización y compactación del terreno, excavaciones, encofrados-desencontrados, colocación y montaje de aceros corrugados, hormigonado, así como el equipamiento de un biofiltro para lecho filtrante, con losa perforada para apoyo del lecho filtrante y paso de gases.

Se ha destinado una partida presupuestada en 66.840,15 €

6.5.11 Varios

Destinada a reposición de servicios afectados por las obras y el mantenimiento de los mismos durante la ejecución de las obras. Se ha tenido también en cuenta la realización de diversas zonas ajardinadas, la construcción de una balsa de lixiviados, señalizaciones, seguridad y salud, control de calidad, pintura y una parte para posibles imprevistos durante la realización de las obras.

La partida presupuestaria destinada a varios, asciende a 168.585,06 €

6.5.12 Maquinaria y equipamientos

Se ha tenido en cuenta el equipamiento necesario para el control y la recepción del material a procesar como es el caso de una bascula de pesaje, control de paso automatizado, contenedores de rechazo. De igual forma se ha tenido en cuenta la compra de maquinaria para el funcionamiento de la planta, como es el caso de una ensacadora, una volteadora, una pala cargadora, un trommel o maquina cribadora, una mezcladora y una trituradora.

Se ha presupuestado un total de 1.135.200,00 €

6.6 Total ejecución material y presupuesto general del proyecto

La suma de todas las partidas presupuestadas asciende a un total de ejecución material de 4.060.657,54 €.

A este presupuesto debemos sumarle:

- El 13,00 % de gastos generales sobre el total de ejecución anterior, dando como resultado 527.885,48 €.
- El margen de beneficio industrial del 6,00 % sobre el total de ejecución del proyecto lo que supone un total de 243.639,45 €

La suma de estas dos partidas sobre el total de ejecución asciende a 4.832.182,47 €

Finalmente le añadiremos el 21,00 % de I.V.A. lo que suponen 1.014.758,32 €

Por lo tanto, el total del presupuesto para la contrata es de 5.846.940,79 €.

Ascendiendo el presupuesto general a la cantidad de CINCO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

ÍNDICE

1	Introducción.....	9
1.1	Planta de compostaje	9
2	Memoria	10
2.1	Antecedentes, objeto y justificación	10
2.1.1	Antecedentes.....	10
2.1.2	Objeto.....	10
2.1.3	Justificación.....	11
2.1.3.1	Obligatoriedad legal.....	12
2.1.3.2	Impacto ambiental	13
2.1.3.2.1	Efectos sobre la atmósfera	13
2.1.3.2.2	Efectos sobre el suelo	14
2.1.3.2.1	Efectos sobre las aguas	14
2.2	La gallinaza como residuo orgánico.....	15
2.2.1	Definición	15
2.2.2	Situación en Asturias.....	15
2.2.3	Tipos de gallinaza.....	15
2.2.3	Composición química de la gallinaza.....	16
2.2.3.1	Volumen y composición de la gallinaza	16
2.3	Tratamientos existentes de residuos ganaderos	19
2.3.1	Tratamientos biológicos.....	19
2.3.2	Tratamientos físico-químicos	24
2.4	Estudio de alternativas y elección de la óptima.....	24
2.4.1	Sistemas de tratamiento de tipo de biológico	25
2.4.2	Tratamientos físico-químicos	31
2.4.3	Uso directo de la gallinaza como abono.....	36
2.4.4	Elección del sistema de tratamiento óptimo	37
2.5	El compostaje	38

2.5.1	Generalidades.....	38
2.5.2	Criterios de ubicación.....	43
2.5.3	Estabilización del compost.....	43
2.5.4	Usos del compost	45
2.5.5	Comercialización del compost.....	47
2.5.6	Procesos de elaboración del compost.....	48
2.5.7	Efectos del compost sobre propiedades del suelo y plantas	58
2.6	Diseño planta de compostaje.....	58
2.6.1	Residuos a tratar.....	58
2.6.2	Localización	62
2.6.3	Sistema de tratamiento propuesto.....	62
2.6.4	Definición básica de planta	67
2.6.5	Equipos y accesorios	88
2.6.6	Obra civil.....	118
2.6.7	Instalación de abastecimiento y calefacción.....	138
2.6.8	Instalaciones de protección contra incendios	144
2.6.9	Iluminación.....	152
2.6.10	Planificación y medios necesarios de ejecución obra.....	155
2.7	Bibliografía de la memoria	164
2.7.1	Artículos de revista científica.....	164
2.7.2	Libros.....	165
3	Anexos	165
3.1	Estudio de Impacto Ambiental	165
3.1.1	Introducción al estudio de impacto ambiental.....	165
3.1.2	Descripción del proyecto y sus acciones.....	169
3.1.3	Inventario ambiental.....	170
3.1.4	Identificación y valoración de impactos	182
3.1.5	Medidas correctoras y preventivas.....	196
3.1.6	Plan de vigilancia ambiental.....	203

3.2	Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	204
3.2.1	Objeto del estudio.....	204
3.2.2	Valoración del estudio.....	205
3.2.3	Ámbito de aplicación.....	205
3.2.4	Medidas legales.....	205
3.2.5	Normas referentes al buen construir.....	206
3.2.6	Empleo y mantenimiento de los medios de protección.....	207
3.2.7	Empleo y conservación de equipos preventivos.....	207
3.2.8	Régimen de responsabilidades.....	210
3.2.9	Normas para certificación de elementos de seguridad.....	210
3.2.10	Consulta y participación de los trabajadores.....	211
3.2.11	Plan de seguridad y salud, condiciones generales.....	211
3.2.12	Acciones a desarrollar en caso de accidente laboral.....	213
3.2.13	Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud.....	213
3.2.14	Servicios médicos.....	214
3.2.15	Instalaciones médicas.....	214
3.2.16	Características de la obra.....	215
3.2.17	Riesgos y prevención de nuestras unidades constructivas.....	222
3.2.18	Formación e información.....	229
3.3	Efectos del compost sobre el suelo y las plantas.....	231
3.3.1	Efectos sobre las propiedades del suelo.....	231
3.3.2	Efectos sobre la planta.....	242
3.3.3	Riesgos sobre el suelo y planta.....	242
3.3.4	Fertilizantes orgánicos frente a fertilizantes inorgánicos.....	243
3.4	Bibliografía de los anexos.....	245
3.4.1	Artículos de revista científica.....	245
3.4.2	Libros.....	246
4	Planos.....	247
4.1	Introducción, título y numeración designada.....	247

5	Pliego de condiciones generales	260
5.1	Introducción	260
5.2	Normas generales de aplicación	260
5.3	Adjudicación de la obra.....	261
5.3.1	Presentación de la obra a concurso	261
5.3.2	Presentación de las ofertas.....	261
5.3.3	Estudio de las ofertas y adjudicación de las obras	262
5.3.4	Firma del contrato	263
5.3.5	Rescisión del contrato.....	263
5.3.6	Suspensión de la obra	264
5.4	Descripción de las obras.....	264
5.4.1	Clases, formas y dimensiones	264
5.5	Permisos y licencias	265
5.6	Medidas de seguridad y protección.....	265
5.7	Disposiciones para el empleo de personal.....	266
5.8	Control de materiales.....	266
5.8.1	Suministro de materiales.....	266
5.8.2	Almacenamiento y acopio de materiales	267
5.9	Ensayos y pruebas	267
5.10	Responsabilidad del contratista en la ejecución de las obras.....	268
5.11	Gastos de carácter general del contratista	268
5.12	Subcontratos.....	269
5.13	Conservación del medio ambiente	269
5.14	Conservación de las obras durante la ejecución	269
5.15	Obras auxiliares	270
5.16	Limpieza final de las obras.....	270
5.17	Plazo de garantía.....	270
5.18	Inspección y vigilancia de las obras	270
5.19	Condiciones legales.....	271

5.19.1	Jurisdicción	271
5.20	Facultades de la dirección de la obra.....	271
5.21	Contrato de ejecución	271
5.22	Documentos para el contratista.....	271
5.23	Modificaciones de la obra	272
5.24	Otras contingencias	272
5.25	Accidentes y daños a terceros	272
5.26	Especificación de materiales y equipos.....	273
5.26.1	Báscula puente y control de pesaje.....	273
5.26.2	Trituradora	276
5.26.3	Maquina mezcladora.....	277
5.26.4	Túneles de fermentación.....	278
5.26.5	Biofiltro.....	283
5.26.6	Trómmel o máquina cribadora.....	284
5.26.7	Contenedores de rechazo de compost.....	285
5.26.8	Maquina ensacadora.....	285
5.26.9	Equipos móviles	286
5.26.10	Nave de mezcla	290
5.26.11	Nave de almacenamiento.....	293
5.26.12	Nave de maduración	295
5.26.13	Edificio corporativo.....	297
5.26.14	Equipo de laboratorio	299
5.26.15	Galería de servicios	300
5.26.16	Balsa de lixiviados.....	301
5.26.17	Deposito de lixiviados	301
5.26.18	Bombas.....	302
5.26.19	Ventiladores	305
5.26.20	Termo eléctrico	307
5.26.21	Equipos contra incendios	307

5.26.22	Iluminación.....	313
5.26.23	Cerramiento de la parcela	315
5.26.24	Jardinería	316
5.26.25	Garantía de los equipos	316
5.26.26	Inspecciones de los equipos	317
5.26.27	Pruebas	317
5.27	Especificaciones de ejecución	317
5.27.1	Objeto	317
5.27.2	Descripción de las obras	318
5.27.3	Relación de pliego y normas	318
5.27.4	Condiciones que deben cumplir los materiales	319
5.28	Ejecución de las obras	335
5.28.1	Replanteo de las obras	335
5.28.2	Movimiento de tierras	336
5.28.3	Hormigones y morteros	338
5.28.4	Carpintería de armar	339
5.28.5	Aceros.....	340
5.28.6	Albañilería	342
5.28.7	Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas	344
5.28.8	Pinturas.....	346
5.28.9	Pilotes prefabricados.....	347
5.29	Medición y abono de las obras.....	347
5.29.1	Generalidades.....	347
5.29.2	Movimiento de tierras.....	348
5.29.3	Hormigones y morteros.....	349
5.29.4	Carpintería de armar	351
5.29.5	Aceros.....	351
5.29.6	Albañilería	352
5.29.7	Forjados.....	353

5.29.8	Gravas	353
5.29.9	Carpintería de taller.....	353
5.29.10	Tuberías.....	354
5.29.11	Pavimentos, solados, revestimientos y fachada	354
5.29.12	Pinturas.....	356
5.29.13	Pilotes prefabricados.....	356
5.30	Pliego de condiciones económicas	356
5.30.1	Alcance	356
5.30.2	Ejecución	357
5.30.3	Precio de las obras	357
5.30.4	Precios extra	357
5.30.5	Obras de mejora o ampliación	358
5.30.6	Distribución de documentos	358
5.30.7	Baja en subasta de concurso	358
5.30.8	Medición y valoración de obras	358
5.30.9	Equivocación en el presupuesto.....	359
5.30.10	Valoración de obras completas	359
5.30.11	Precio contradictorio	359
5.30.12	Relaciones valoradas	360
5.30.13	Reclamaciones del contratista.....	360
5.30.14	Liquidación y abono de las obras	360
5.30.15	Plazo de entrega	361
5.30.16	Fuerza mayor.....	362
5.30.17	Rescisión	363
5.30.18	Cesión.....	364
5.30.19	Cumplimiento de las leyes	364
5.30.20	Garantías	364
5.30.21	Cancelación de la orden de compra	365
5.30.22	Accidentes e indemnizaciones	368

5.30.23	Publicidad	368
5.30.24	Identificación del comprador	368
5.30.25	Documentación	368
6	Mediciones y presupuesto	369
6.1	Introducción	369
6.2	Unidades de obra	370
6.3	Mediciones	371
6.4	Software para mediciones y presupuestos.....	371
6.5	Resumen partidas generales estimadas para el proyecto	372
6.5.1	Formación de explanada.....	372
6.5.2	Realización de firmes.....	372
6.5.3	Protección contra incendios e instalaciones exteriores	372
6.5.4	Nave mezcladora	372
6.5.5	Nave de maduración.....	373
6.5.6	Nave de almacenamiento	373
6.5.7	Edificio de servicios.....	373
6.5.8	Túneles de fermentación.....	373
6.5.9	Galería de servicios	374
6.5.10	Biofiltro.....	374
6.5.11	Varios.....	374
6.5.12	Maquinaria y equipamientos	374
6.6	Total ejecución material y presupuesto general del proyecto	375

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planta de compostaje

El proyecto pretende diseñar una planta de tratamiento para la generación de compost ó composta.

La planta estará situada en la zona centro de Asturias.

El producto generado (compost), es obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico. Como pueden ser los residuos agropecuarios, el estiércol, la fracción orgánica de residuos sólidos, etc., los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de fermentación denominado compostaje.

Por tanto, a partir de una serie de residuos de origen orgánico, generamos un producto de valor añadido que se puede utilizar tanto de forma particular, como pública o por empresas, en distintos formatos para abono y sustrato, en fincas, jardines, parques, urbanizaciones, campos de golf, etc.

2 MEMORIA

2.1 Antecedentes, objeto y justificación

2.1.1 Antecedentes

La normativa en vigor, en materia de gestión de residuos, exige y potencia todas aquellas acciones y/o actuaciones que se propongan entre sus objetivos la recuperación e incorporación al ciclo de consumo de aquellos materiales y productos que puedan derivarse del tratamiento de los residuos y penalizan su vertido y/o eliminación.

La Planta de Compostaje, que puede ser construida en cualquier finca de aproximadamente 300 m. de largo x 200 m. de ancho, preferentemente situada en el Concejo de Carreño, propone tanto la valorización de la fracción sólida de los residuos de gallinaza generados principalmente en el Concejo de Carreño, como restos orgánicos vegetales procedentes de siega y poda, recuperando la materia orgánica contenida en este tipo de residuos después de su transformación en Compost.

2.1.2 Objeto

El objeto de este proyecto es el diseño de una planta de compostaje en túneles de fermentación para el tratamiento de la fracción sólida de residuos orgánicos derivados de explotaciones avícolas intensivas, comúnmente conocidos como gallinaza.

El compostaje es un sistema apropiado para el tratamiento de residuos orgánicos, que partiendo de un residuo orgánico como la gallinaza, obtiene compost, un producto de valor como fertilizante orgánico.

La elección de realizar el compostaje en túneles de fermentación o Compo-Túneles, responde tanto al cumplimiento más escrupuloso de la normativa medioambiental vigente como a la minimización de malos olores para el entorno de la instalación.

Las metas básicas del proyecto son:

1. Diseñar una planta funcional, eficiente, eficaz, de explotación sencilla y con gastos de mantenimiento reducidos para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos de gallinaza, transformando un residuo orgánico contaminante como la gallinaza en compost, un fertilizante orgánico apreciado, de demanda creciente en agricultura y jardinería urbana.
2. Valorizar los residuos orgánicos de la importante industria avícola del concejo de Carreño, cuya eliminación descontrolada ocasiona graves perjuicios al medio ambiente.
3. Dimensionamiento adecuado de las instalaciones

4. Diseño del lay-out o distribución en planta atendiendo a la secuencia lógica del proceso

2.1.3 Justificación

En el concejo de Carreño y en sus inmediaciones existe una alta concentración de explotaciones avícolas. Se calcula que en Asturias hay aproximadamente 550000 animales entre gallinas y pollos, de los que entre el concejo de Carreño y sus limítrofes se concentra más del 30 % del censo regional (Año 2006), generándose una gran cantidad de residuos orgánicos que si no son eliminados adecuadamente, pueden causar perjuicios medioambientales como contaminación de aguas, contaminación atmosférica y episodios de contaminación sobre el suelo, los cuales serán estudiados en profundidad en el apartado de anexos correspondiente a impacto ambiental. La mayoría de los impactos ambientales son consecuencia del vertido incontrolado de estos residuos al no existir suficiente terreno para ser utilizados como fertilizante, suponiendo además el incumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental y las responsabilidades que esto supone para el empresario o agricultor.

No debe olvidarse las molestias que suponen para los vecinos residentes en las inmediaciones de las explotaciones avícolas, los malos olores consecuencia de la acumulación al aire libre de la gallinaza, pudiendo estos iniciar demandas civiles al considerarse parte afectada.

Todos estos problemas, pueden ser eliminados o minimizados notablemente mediante el tratamiento de estos residuos en una planta de compostaje. La planta de compostaje permite a los agricultores desprenderse de los residuos de una manera cómoda y legal.

La justificación de la implantación de una planta de compostaje responde fundamentalmente a aspectos medioambientales así como a imperativos legales.

En la actualidad solo existen dos plantas de compostaje para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos orgánicos ganaderos, una situada principalmente entre los concejos de Gijón-Corvera que perteneciente al grupo C.O.G.E.R.S.A., (Consortio para la Gestión de los Residuos Sólidos de Asturias del que participan la totalidad de los municipios de Asturias), y una segunda situada en el Concejo de Cabrales para el tratamiento exclusivo de los residuos orgánicos generados en el Parque Nacional "Picos de Europa". En la planta de C.O.G.E.R.S.A. se compostan residuos de poda mezclados con diferentes residuos orgánicos procedentes de explotaciones ganaderas, y es del todo insuficiente para tratar la enorme cantidad de residuos orgánicos consecuencia de las explotaciones ganaderas del concejo de Gijón y mucho menos las de la totalidad de la región.

2.1.3.1 Obligatoriedad legal

La instalación de una planta de compostaje ayudaría tanto a los pequeños agricultores, como a las grandes explotaciones avícolas del concejo de Carreño y de sus inmediaciones a cumplir con una legislación ambiental cada vez más prolija y severa. Los agricultores evitan la incertidumbre de posibles sanciones administrativas por parte del órgano competente, a la vez que se ayuda a conservar el entorno medioambiental.

La ley de referencia que regula las explotaciones agrícolas y ganaderas es la Ley 10/1998 de residuos. Por otra parte, el Real Decreto 261/1996 de protección contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes ganaderas establece la cantidad máxima de estiércol a aplicar a un terreno, como de 170 kilogramos de nitrógeno al año y por hectárea de superficie en zonas sensibles.

La Ley de aguas 1/2001 establece la total prohibición del vertido de residuos ganaderos a aguas marinas o continentales, sean ríos, embalses o lagos, sin contar con el permiso del órgano administrativo, y presta especial atención a los daños que los lixiviados de los residuos orgánicos ganaderos puedan causar en las aguas subterráneas.

Asimismo el Real Decreto 2414/1961 regula la normativa que afecta a las industrias de cualquier tipo que puedan ser consideradas como molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. Según este Real Decreto, las explotaciones avícolas pueden ser consideradas como molestas, insalubres y nocivas en caso de no gestionar adecuadamente sus residuos. En ese caso deberían cumplir con medidas restrictivas en cuanto a emplazamiento, tales como no estar localizadas en un radio menor a dos mil metros del núcleo más próximo de población agrupada, cuestión esta reiteradamente incumplida por un gran número de explotaciones avícolas.

Real Decreto 824/2005 regula el uso de fertilizantes y en particular los que usan materias primas de origen orgánico.

La ley 10/1998 de residuos, 1/2001 de aguas y los Reales Decretos 824/2005, 261/1996, 2414/1961 constituyen la legislación de aplicación en la actualidad para industrias ganaderas de cualquier tipo.

La importancia del cumplimiento de la legislación no radica tanto en el ahorro de posibles sanciones administrativas, sino en el aseguramiento de unas condiciones óptimas del entorno ambiental en el Concejo de Carreño, así como un equilibrio entre el desarrollo de estas explotaciones ganaderas y el nivel de vida de los residentes en sus inmediaciones, dentro de un marco de desarrollo sostenible. Este proyecto demostrará la conveniencia de la implantación de una planta de compostaje en el Concejo de Carreño que contribuya a posibilitar el cumplimiento de la normativa medioambiental a los ganaderos, redundando en una mejor conservación del medio ambiente.

2.1.3.2 Impacto ambiental

Los cambios en los sistemas de producción agropecuarios han tenido y tienen una clara incidencia en el medio ambiente. El paso de la ganadería extensiva a la ganadería intensiva, así como la intensificación de la actividad agrícola ha significado, junto a unos indudables y deseables logros socioeconómicos, la producción de unos mayores volúmenes de residuos orgánicos por unidad de superficie. En consecuencia, resulta necesario afrontar el grave problema ambiental que supone la contaminación de las aguas, superficiales y subterráneas, debido a fuentes agropecuarias. De esta manera residuos como la gallinaza, antiguamente considerados como un recurso, utilizados directamente como fertilizante de tierras de cultivo, son ahora residuos ante la incapacidad de la tierra para asimilar el volumen de residuos generados por las explotaciones avícolas en nuestro país. Recientemente se ha dado un paso importante en este sentido, con la publicación del Real Decreto 109/1998, del 11 de junio, por el que se designan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes de origen agrícola y ganadero y se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias, aunque en Asturias tiene carácter voluntario.

La enumeración de problemáticas específicas de los residuos orgánicos ganaderos en general, y de la gallinaza en particular, y los efectos de los mismos sobre el Medio Ambiente es la siguiente:

- Problemática relacionada con la producción y almacenamiento de los residuos y afecciones medioambientales causadas.
 - a) Contaminación de la atmósfera.
 - b) Contaminación del suelo y del agua.
- Problemática relacionada con la utilización como fertilizantes de los residuos y afecciones medioambientales causadas.
 - a) Efecto sobre el funcionamiento del suelo.
 - b) Efecto sobre las aguas.
 - c) Efecto sobre la atmósfera.

2.1.3.2.1 Efectos sobre la atmósfera

Los efectos sobre la atmósfera vienen determinados por las emisiones de distintos gases. Por un lado están los gases como el CO₂ y el CH₄ que desplazan al oxígeno y pueden hacer que la concentración de este sea menor que la mínima aceptable en atmósferas respirables correspondiente a un 17%. Además, el metano es un gas inflamable que puede llegar a producir explosiones. Debe indicarse además que ambos gases están catalogados como gases de efecto invernadero.

Los gases irritantes como el SH_2 y el NH_3 provocan problemas en los animales (enfermedades, inapetencias) que causan un descenso en la productividad; el amoníaco se oxida a nitratos y la ingestión de agua con nitratos puede ser tóxica a partir de ciertos niveles. El 91.21% del amoníaco liberado a la atmósfera en Europa (año 2000) lo hace en explotaciones ganaderas.

El último problema a reseñar es la formación de aerosoles, es decir, de pequeñas gotas de agua en suspensión respirables que pueden contener patógenos antes contenidos en los excrementos.

2.1.3.2.2 Efectos sobre el suelo

La aplicación directa de los residuos de gallinaza puede suponer cambios importantes en el suelo en cuanto a su pH, con el consecuente perjuicio que esto supone debido al empeoramiento de la estructura, y a problemas de fijación de algunos nutrientes.

La nitrificación es el proceso responsable a través de la generación de nitratos de la acidificación.

En cuanto a la materia orgánica, continuará su proceso de descomposición en el suelo si ésta es aplicada en fresco. De esta forma puede haber problemas por el aumento de temperatura, el descenso de oxígeno y la presencia de sustancias fitotóxicas, tales como el amoníaco, los fenoles y los ácidos orgánicos de cadena corta, que dificultarán la germinación de las semillas y la alimentación de la planta.

De igual forma, la aplicación directa de importantes cantidades de gallinaza puede ser perjudicial debido a que ocasiona deficiencias de magnesio, pudiendo producirse la tetania de la planta y además, conjuntamente con el fósforo, está relacionado con infecciones fúngicas.

La gallinaza en fresco en cantidades grandes produce una retención del agua en la superficie del suelo, lo que hace que la infiltración se vea impedida. Otros efectos son el aumento de salinidad (las sales ligan agua que estará así menos disponible para las plantas), la presencia de metales pesados y la transmisión de enfermedades por la presencia de patógenos (de los excrementos) en el suelo. Por último, la presencia de nitratos puede resultar peligrosa para el ser humano a través de la ingesta de alimentos vegetales con altos contenidos de este compuesto.

2.1.3.2.1 Efectos sobre las aguas

Los nitratos son los responsables de la contaminación de las aguas subterráneas debido a su solubilidad en agua, ocurriendo así el fenómeno de lixiviación, y el riesgo de contaminación de acuíferos. El amonio sin embargo, es retenido por procesos de intercambio iónico.

En el Anejo 3 del Real Decreto (261/1996), se limita la cantidad máxima a aportar al suelo de nitrógeno a 170 kg. por año y hectárea de terreno. Con esta cantidad, con los datos de composición de la Tabla 2.1 y tomando 150 g gallinaza / día, se obtiene que una granja avícola de 11000 gallinas necesitaría un terreno de 82.7 hectáreas (equivalente a de 300 campos de fútbol) para, en concepto de nitrógeno, poder cumplir los requerimientos legales aplicando sobre él todo el residuo.

En cuanto al vertido directo a las aguas, los problemas causados son varios: aumento de carga orgánica ($DBO_5=7.5$ g/día-animal), eutrofización y presencia de organismos patógenos y fecales. Los dos primeros contribuyen a la disminución del oxígeno disuelto en el agua necesario para la vida acuática. El tercer problema es el considerado más grave por su contaminación directa y potencial peligrosidad para el ser humano.

2.2 La gallinaza como residuo orgánico

2.2.1 Definición

Los residuos ganaderos son la mezcla resultante de los excrementos del ganado y del material sobre el que se recogen. Los excrementos pueden ser líquidos y sólidos y recogerse de distintas formas: si se recogen junto a la cama (vegetales, paja, serrín, etc.) se tendrá estiércol sólido, mientras que si se hace mediante lavado, como se tiende a hacer actualmente, lo que se obtendrá es un residuo semilíquido denominado purín.

2.2.2 Situación en Asturias

En Asturias se calcula, que entre gallinas y pollos, hay aproximadamente 550.000 animales (Conserjería de Agricultura del Principado de Asturias).

Con una estimación de 150 g de residuos por gallina y día, se obtiene una cantidad de aproximadamente 30000 toneladas de este particular residuo al año. El verdadero problema nace cuando estos residuos se generan en un pequeño espacio, en granjas de producción intensiva, situadas relativamente cerca de algún núcleo poblacional, circunstancia esta última habitual en general en Asturias y en particular en el Concejo de Carreño.

2.2.3 Tipos de gallinaza

Los distintos tipos de gallinaza dependen del sistema de recogida de los excrementos:

- a) En pozo. Se trata de la forma más antigua, en la cual los excrementos caen a unos canales o vías de recogida y desde ahí se transportan hacia un gran pozo de almacenaje situado en un extremo de la explotación. Cuando el pozo está lleno se

vacía su contenido, habiendo permanecido los residuos ese tiempo en condiciones anaerobias. El subproducto se obtiene con una humedad del 75-80%.

- b) En cintas. Este método, más moderno, consiste en recoger la gallinaza en unas cintas transportadoras que se moverá cuando el avicultor lo desee. Si el residuo permanece mucho tiempo dentro de la granja los niveles de amoníaco pueden ser muy elevados. La humedad del producto obtenido es algo menor (65-75%) debido al proceso de secado que experimenta de forma natural.
- c) En cintas con sistema de desecado. Como el anterior pero haciéndolo pasar por un conducto por el que se pasa una corriente de aire. Así se obtiene la gallinaza en forma de bolas, más manejable (humedad del 45-50%).
- d) En cubas. Se suele utilizar este sistema para menores producciones. Una vez el residuo se halla en las cubas estas son almacenadas en un lugar específico de la explotación esperando su destino final.

2.2.3 Composición química de la gallinaza

Dar unos valores genéricos de la composición química de la gallinaza, es una tarea realmente complicada debido a la variabilidad con la que se pueden presentar los residuos de excrementos de animales. En la tabla 2.1 se muestra la composición química de los excrementos de distintos tipos de animales.

En la composición de los excrementos o residuos orgánicos, influirá en primer lugar el tipo de animal, pero además existen otros factores externos a la naturaleza del animal como son, el tipo de alimentación del mismo, su edad, tipo de gestión que adopta el ganadero en su explotación, el clima, etc.

2.2.3.1 Volumen y composición de la gallinaza

El volumen y la composición de las deyecciones presentan una gran heterogeneidad en función del tipo de ganado, su manejo y dentro del mismo animal según la edad, alimentación, etc. Por ello los valores encontrados en la bibliografía suelen ser dispares. La Tabla 2.1 muestra datos aproximados del volumen de residuo producido por las gallinas, según Coll. D. en función del tipo de animal.

Tipo de animal	Kg de estiércol. cabeza/día
Avicultura puesta	0,2
Avicultura carne	0,1

Tabla 2.1: Cantidad de residuo generado por las gallinas (Coll, D.)

Las Tablas 2.1, 2.2, y 2.3, muestran la composición de los residuos generados por las gallinas según diferentes autores. Como se puede comprobar, en algunos de los

parámetros existen diferencias considerables, lo que nos indica que cada caso debe ser estudiado en particular.

Parámetro	Valor (Kg/Tm)
Materia seca	124-214
Materia mineral	25-74
Materia orgánica	50-68
N total	6,5-10,8
P ₂ O ₅	3,9-10,2
K ₂ O	4,4-6,4
MgO	1,3-3,0
CaO	5,3-9,7

Tabla 2.2: Composición media del estiércol licuado (purín) para aves de corral (elementos principales) (Meeus-Verdinne, K. Et al)

Parámetro	Valor (g/Tm)
Fe	305
Mn	122
B	8
Cu	12
Zn	100
Pb	0,8
As	0,22
Se	0,12

Tabla 2.3: Composición media del estiércol licuado (purín) para aves de corral, elementos presentes en estado traza (Meeus-Verdinne, K. Et al)

A pesar de esas variaciones se puede indicar que la gallinaza es rica en materia orgánica, aunque posee un menor contenido que los demás residuos ganaderos (bovino, porcino, ovino), presenta valores elevados de pH, diversos nutrientes como N y P así como Ca y Mg (la mayor parte de la cantidad de N, P y K ingerida en los alimentos va a estar presente en los residuos, los órdenes de magnitud son: 81, 88, 95% respectivamente, lo que pone de manifiesto el débil rendimiento digestivo de la gallina). El nitrógeno está en su mayor parte presente como orgánico y amoniacal. Teniendo en cuenta el aprovechamiento del purín de gallinaza como fertilizante se puede indicar que con respecto al nitrógeno, aproximadamente el 70% del mismo es nitrógeno mineral, el

20% sería asimilado por el terreno durante el año siguiente a su esparcimiento y el 10% restante se mineralizaría muy lentamente.

También se puede indicar que es el residuo ganadero más rico en materia seca y en CaO. En cuanto a los elementos presentes en estado traza, es necesario tomar nota del elevado contenido en zinc, que presentan los residuos de las gallinas.

<i>Parámetro</i>	<i>Valor</i>
<i>Humedad (% sobre materia fresca)</i>	70
<i>N total¹</i>	6
<i>N orgánico¹</i>	3,2
<i>N amoniacal¹</i>	2,6
<i>N nítrico¹</i>	0,25
<i>Materia orgánica total¹</i>	66
<i>Materia orgánica fácilmente oxidable¹</i>	43
<i>pH</i>	8,4
<i>P₂O₅¹</i>	5
<i>K₂O¹</i>	3
<i>CaO¹</i>	8
<i>MgO¹</i>	2
<i>Sodio¹</i>	0,25
<i>Hierro²</i>	3000
<i>Manganeso²</i>	350
<i>Cobre²</i>	65
<i>Zinc²</i>	300
<i>Níquel²</i>	10
<i>Plomo²</i>	14
<i>Arsénico²</i>	15
<i>Cadmio²</i>	3
<i>Cromo²</i>	20
<i>Mercurio²</i>	< 0,1

(1) % sobre materia seca

(2) ppm sobre materia seca

Tabla 2.4: Características analíticas de los residuos de gallinaza (Menoyo, A.)

2.3 Tratamientos existentes de residuos ganaderos

Actualmente, existen dos técnicas posibles para el tratamiento de los residuos:

- Tratamiento o proceso biológico.
- Tratamiento o proceso físico-químico.

Se suelen utilizar ambos procesos en el tratamiento de residuos ganaderos.

2.3.1 Tratamientos biológicos

Los microorganismos son los principales protagonistas de las reacciones biológicas siendo necesario, para que éstas puedan ser llevadas a cabo, el adecuado desarrollo de los mismos. Las necesidades que tienen los microorganismos se pueden dividir en dos grupos, por un lado las básicas o sustratos, constituyen la energía necesaria para su mantenimiento y por otro el carbono, necesario para sintetizar nuevo tejido.

Aparte de estas necesidades básicas los microorganismos precisan de elementos inorgánicos tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc., así como otros nutrientes orgánicos.

Las fuentes de carbono pueden ser dos (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

- CO₂, caracterizados por los requerimientos propios de energía requeridos para la asimilación, con lo que los crecimientos son menores. Se les denomina autótrofos.
- Tejido celular, denominados heterótrofos.

En cuanto a las fuentes de energía, también se divide a los microorganismos en dos clases.

Clasificación de microorganismos en función de su fuente de energía ver la tabla siguiente:

CLASIFICACIÓN	FUENTE DE ENERGÍA	FUENTE DE CARBONO
Fotoautotróficos	Luz	CO ₂
Quimioautotróficos	Reacción inorgánica de oxidación-reducción	CO ₂
Quimioheterotróficos	Reacción orgánica de oxidación-reducción	Carbono orgánico
Fotoheterotróficos	Luz	Carbono orgánico

Tabla 2.5: Clasificación general de microorganismos

- Fotótrofos, que son aquellos que adquieren la energía de la luz.
- Quimiótrofos, que se caracterizan por proveerse de energía a través de la oxidación de diferentes sustancias químicas.

De esta forma, combinando las dos divisiones anteriores, se tendrán microorganismos heterotróficos, autotróficos, quimioheterotróficos y quimioautótrofos.

En cuanto a los nutrientes, se destacan como principales los siguientes: N, S, P, K, Mg, Ca, Fe, Na y Cl; y como menores a: Zn, Mn, Mo, Se, Co, Cu, Ni y W.

Para la conversión biológica los microorganismos de mayor importancia son los denominados quimioheterotróficos, es decir, aquellos que necesitan compuestos orgánicos como fuente de carbono y de energía. La conversión biológica es un proceso que transforma la materia orgánica de los residuos en un producto final estable, hecho que se consigue a través de la propia intervención de este tipo de microorganismos que consumen la materia y dejan como productos aquellos propios de su actividad metabólica.

Según el tipo de metabolismo es posible clasificar a los microorganismos en cuatro categorías diferentes (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994):

- Aerobio obligados. Utilizan oxígeno.
- Anóxicos. Respiratorios que hacen uso de nitratos.
- Anaerobio obligados.
- Anaerobios facultativos. A su vez según las condiciones pueden resultar fermentativos, anóxicos o aerobios y aerotolerantes que son los estrictamente fermentativos pero insensibles al oxígeno.

El metabolismo respiratorio se caracteriza por generar energía mediante el transporte de electrones desde un donante hasta un receptor externo, como el oxígeno, mediado por enzimas.

Por su parte, en el metabolismo fermentativo no participa un receptor externo, resultando menos eficaz.

AMBIENTE	RECEPTOR DE ELECTRONES	PROCESO
Aerobio	Oxígeno	Metabolismo aerobio
Anaerobio	Nitrato	Desnitrificación
Anaerobio	Sulfato	Reducción de sulfato
Anaerobio	Dióxido de carbono	Metanogénesis

Tabla 2.6: Receptores típicos de electrones en reacciones bacterianas

Se pueden establecer diferentes clasificaciones según el tipo de microorganismo. En la siguiente se dividen según el reino.

- Microflora: Bacterias, actinomicetos, hongos, mohos, levaduras.
- Microfauna: Protozoos.

Para los procesos de compostaje, y en general para todos los procesos biológicos deben ser tomados en consideración de igual forma, otros organismos:

- Macroflora: Hongos tales como champiñones y setas.
- Macrofauna: Ácaros, hormigas, termitas, miriódodos, ciempiés, arañas, escarabajos y gusanos.

A continuación se exponen las características generales de los microorganismos responsables y comunes a todos los procesos biológicos que tienen lugar en los diferentes tratamientos de residuos orgánicos:

- Bacterias. Son unicelulares. Las formas esféricas o cocos varían de 0,5 a 4 μm de diámetro; las barras o bacilos tienen una longitud de 0,5 a 20 μm , y una anchura de 0,5 a 4 μm ; las espirales o espirilos pueden ser de más de 10 μm de largo y aproximadamente de 0,5 μm de ancho. Las bacterias son de naturaleza ubicua y se encuentran tanto en ambientes aerobios como en anaerobios o ausentes de oxígeno. Por la amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos que las bacterias pueden usar para sostener su crecimiento, se utilizan las bacterias extensamente en diversas operaciones industriales para acumular productos intermedios y finales del metabolismo. Algunos ensayos sobre algunas especies distintas de bacterias indican que son aproximadamente un 80 por 100 agua y un 20 por 100 materia seca, de la cual el 90 por 100 es orgánica y el 10 por 100 es inorgánica. Una fórmula empírica aproximada para la fracción orgánica es $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$. Basándose en esta fórmula, aproximadamente el 53 por 100 en peso de la fracción orgánica es carbono. Los compuestos que conforman la porción inorgánica incluyen P_2O_5 (50 por 100), CaO (9 por 100), Na_2O (11 por 100), MgO (8 por 100), K_2O (6 por 100) y $\text{Fe}_2(\text{CO})_3$ (1 por 100). Como todos estos elementos y compuestos tienen que obtenerse del ambiente, una falta de estas sustancias limitaría y en algunos casos alteraría el crecimiento de las bacterias.
- Hongos. Se consideran como protistas multicelulares, no fotosintéticos, heterotróficos. La mayoría de los hongos tienen la capacidad de crecer en condiciones de baja humedad, que no favorecen el crecimiento de las bacterias. Además, los hongos pueden tolerar valores de pH relativamente bajos. El valor de pH óptimo para la mayoría de las especies de hongos parece ser

aproximadamente de 5.6, pero el rango factible oscila entre 2 y 9. El metabolismo de estos organismos es esencialmente aerobio, y crecen en largos filamentos, llamados hifas, compuestos de unidades celulares nucleadas que varían en su anchura de 4 a 20 μm . Por su capacidad para degradar una amplia variedad de compuestos orgánicos en una amplia gama de condiciones ambientales, los hongos son utilizados ampliamente en la industria, para la producción de compuestos valiosos, tales como ácidos orgánicos como el cítrico, antibióticos en la penicilina y enzimas tales como la celulasa. En el grupo de los hongos se distinguen otras especies llamadas levaduras, que son aquellos hongos incapaces de formar filamentos o micelios y por tanto son unicelulares. En términos de operaciones industriales de procesamiento, se pueden clasificar las levaduras como naturales y cultivadas. Por lo general, las levaduras naturales son de poco valor, pero las levaduras cultivadas son utilizadas extensamente para fermentar azúcares en alcohol o en dióxido de carbono.

- Actinomicetos. Son un grupo de microorganismos con propiedades intermedias entre bacterias y hongos. Son similares en forma a los hongos, excepto que la anchura de la célula es solamente de 0,5 a 1,4 μm . En la industria, este tipo de organismo es utilizado extensamente en la producción de antibióticos. Como sus características de crecimiento son similares, a menudo se agrupan con los hongos.

Un hecho importante a destacar en los procesos biológicos es que los microorganismos no pueden sobrevivir bajo cualquier tipo de ambiente. Por lo general cada especie tiene un rango de temperatura y pH óptimo para el desarrollo de su vida, si bien pueden sobrevivir fuera de dicho rango.

Como regla empírica, se asume que por cada 10 °C que se aumente la temperatura el crecimiento bacteriano se duplica. Así hasta llegar al punto óptimo, donde posteriores aumentos conllevarán descensos suaves en el crecimiento. Según la gama de temperaturas en que los microorganismos desarrollen su actividad, nos encontraremos ante microorganismos psicrófilos, mesófilos o termófilos.

Por otra parte, el pH requerido para el buen desarrollo de los procesos microbianos oscila entre un rango de 6.5 a 7.5, es decir en ambientes neutros. De todas formas, lo realmente conveniente es no llegar a condiciones extremas; es decir, no bajar de 4.5 o subir de 9.0. Esto se debe a que en estas condiciones las moléculas de los ácidos débiles o bases pueden dañar a la célula cambiando su pH interno, ya que entran con mayor facilidad que los hidrógenos y oxhidrilos en la misma.

Otros parámetros a controlar son la humedad, la presencia de metales pesados, amoníaco, sulfitos y tóxicos varios.

2.3.1.1 Procesos biológicos aerobios

Los procesos aerobios se caracterizan por ser llevados a cabo por microorganismos quimioheterótrofos de respiración aerobio obligada, donde el oxígeno es utilizado como receptor externo. La aplicación de cualquier proceso aerobio a residuos orgánicos se traduce fundamentalmente en nuevos compuestos orgánicos más estables junto a otros compuestos inorgánicos.

El tratamiento aerobio más comúnmente adoptado y cuya técnica está más desarrollada en el tratamiento de residuos ganaderos es el compostaje, solución elegida por este proyecto y explicada en profundidad en apartados posteriores.

2.3.1.2 Procesos biológicos anaerobios

Los procesos anaerobios se distinguen por desarrollarse en ausencia de oxígeno y el carácter fermentativo de los microorganismos responsables del proceso.

Los productos finales que resultan de la aplicación de un tratamiento biológico anaerobio a un residuo orgánico son metano y dióxido de carbono.

A continuación se explica de manera esquemática las diferentes fases comunes a todo proceso anaerobio aplicado al tratamiento de residuos orgánicos, ya que se trata de una de las alternativas más plausibles al compostaje mediante su aplicación en plantas para la producción de biogás.

El primer paso en el proceso, implica la transformación, mediada por enzimas, conocida como hidrólisis, de compuestos de masas moleculares más altas a compuestos aptos para usar como fuente de energía y tejido celular. En el segundo paso se realiza la conversión bacteriana de los compuestos resultantes de la primera etapa a compuestos intermedios identificables de masa molecular más baja. La tercera y última fase se traduce en la conversión bacteriana de los compuestos intermedios a productos finales sencillos, principalmente metano y dióxido de carbono.

Un grupo de organismos se responsabiliza de hidrolizar los polímeros orgánicos y los lípidos en unidades estructurales como ácidos grasos, monosacáridos, aminoácidos y compuestos relacionados. Un segundo grupo de bacterias anaerobias fermenta los productos descompuestos del primer grupo en ácidos orgánicos simples, el más común de los cuales en la digestión anaerobia es el ácido acético. Este segundo grupo de microorganismos, descrito como no metanogénico, está formado por bacterias anaerobias facultativas y obligadas, denominadas acidógenas.

Un tercer grupo de microorganismos convierte el hidrógeno y el ácido acético, producido por los formadores de ácidos, en gas metano y dióxido de carbono. Las bacterias responsables de esta conversión son anaerobios estrictos, llamados metanogénicos. Las bacterias más importantes del grupo metanogénico son las que utilizan hidrógeno y ácido acético. Tienen tasas de crecimiento muy lentas; en consecuencia, su metabolismo normalmente se considera limitante en el tratamiento anaerobio de residuos. La estabilización de residuos en la digestión anaerobia se lleva a cabo cuando se producen metano y dióxido de carbono. El gas metano es poco soluble, y su salida de la disolución representa una estabilización real de los residuos.

2.3.2 Tratamientos físico-químicos

Los tratamientos físico-químicos están muy extendidos en el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos contaminados, si bien tienen una aplicación menor en la gestión de residuos ganaderos.

La filtración y el secado constituyen alternativas viables para el tratamiento de la gallinaza, si bien no está muy extendido por acarrear una serie de inconvenientes, expuesto posteriormente.

2.4 Estudio de alternativas y elección de la óptima.

Las dos alternativas plausibles al tratamiento de un residuo orgánico como la gallinaza, son dos:

- 1) Tratamientos biológicos.
- 2) Tratamientos físico-químicos.

Los procesos biológicos se dividen en aerobios y anaerobios según transcurran en presencia o no de oxígeno tal como vimos en el apartado 1.3.1.

A continuación expondremos diferentes sistemas de tratamiento aplicables a un residuo ganadero como la gallinaza señalando las ventajas e inconvenientes de su aplicación con el fin de acertar en la elección del sistema adoptado de una manera racional.

La elección de la técnica a utilizar dependerá fundamentalmente de la naturaleza del residuo a tratar, y de otros factores tales como el coste, impacto ambiental de la solución adoptada, eficiencia del proceso, condiciones climáticas, presión social, etc.

La naturaleza del residuo resulta clave en los siguientes aspectos:

- Estado natural en que se presente el residuo: Sólido, líquido o en mezcla.
- Humedad del residuo si tuviera lugar, o si se presenta seco.
- Relación Carbono-Nitrógeno del residuo.

- Densidad del residuo.
- Poder calorífico del residuo.
- Composición química del residuo.
- Toxicidad del residuo.
- Peligrosidad para el medio ambiente.

2.4.1 Sistemas de tratamiento de tipo de biológico

Las dos soluciones que se proponen a estudio tanto por su eficiencia como por el grado de desarrollo logrado en la aplicación de estas técnicas son el compostaje y la biometanización o producción de biogás.

2.4.1.1 El compostaje

El compostaje es un proceso de fermentación bajo condiciones controladas que tiene por finalidad transformar la materia orgánica en compuestos estables desde el punto de vista, químico y obtener una configuración física del sustrato no variable a medio plazo. El producto final se denomina compost o material compostado (Burés, 1997).

El término fermentación puede conducir al error, pues la fermentación es un término relacionado por la química general a procesos de ausencia de oxígeno, y el compostaje ha de quedar claro, es un proceso biológico aerobio, es decir en presencia de oxígeno.

Los residuos de jardinería municipal, restos orgánicos de explotaciones ganaderas, restos orgánicos de mercados, fracción orgánica de los restaurantes, empresas agro-alimentarias y en general todos los desechos de procedencia orgánica, pueden ser tratados mediante varias técnicas de compostaje. La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite tratarlos de manera racional, económica y segura conservando los nutrientes presentes en estos residuos, aprovechándolos en agricultura. Consiste en la descomposición biológica, en condiciones controladas, aerobias y termófilas, de residuos orgánicos.

La severa legislación y normativas ambientales, apoyos y subsidios, una industria apropiada e innovadora y un mercado consciente y demandante del producto, están llevando al compost a ocupar un lugar importante para cultivos, forestaciones, espacios verdes, etc.

La producción de humus es el resultado final del compostaje. El humus es la vida del suelo y debe estar presente en él para ser fértil. Un total de sólo un uno o dos por ciento es necesario para diferenciar un suelo fértil de otro que no lo es. La mayoría de los

nutrientes de los minerales del suelo permanecerán no asimilables por las plantas en los suelos pobres o carentes de humus.

El compost, debido al humus contenido y otras propiedades, es más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos. Éstos son aplicados al suelo en un intento por incrementar el contenido de humus, pero en general esto no sucede. Los estiércoles, incorporados o en superficie, al no haber sufrido los procesos fermentativos del compostaje, pierden nutrientes, y éstos, principalmente el nitrógeno, son lixiviados contaminando gravemente las capas freáticas. Además, pueden estar contaminados con insectos, bacterias o semillas que no deberían retornar a los cultivos.

Las principales ventajas de adoptar un sistema de compostaje para valorizar residuos orgánicos como la gallinaza son las siguientes:

- Conseguir paliar el empobrecimiento gradual en materia orgánica de los suelos como consecuencia del desarrollo de los cultivos intensivos. En muchas zonas de nuestro país el suelo no posee más del 1% de materia orgánica, mientras que se considera un 2% como mínimo aceptable y un 3% como deseable. Datos proporcionados por el "Estudio sobre el aprovechamiento de las basuras, producción y utilización del compost" indican que para conseguir esos niveles se debería aportar un total de 3 Tn/Ha/año de materia orgánica durante 10 años consecutivos; teniendo en cuenta la extensión cultivable en nuestro país esto implicaría que las necesidades de materia orgánica superan los 250 millones de toneladas por año.
- Conseguir dar salida a unos residuos que de otra forma acaban en una gran cantidad de ocasiones contaminando la atmósfera y en mayor medida los suelos y acuíferos.
- Atender la aparición de nuevas necesidades de materia orgánica como consecuencia del desarrollo de los espacios verdes: parques, jardines, campos de deporte y cultivos ornamentales.
- Frenar la erosión y desertización del suelo, cada vez mayores a consecuencia de la práctica intensiva o los incendios forestales. También puede aplicarse en la recuperación de impactos ambientales por las obras públicas, como taludes de carreteras, explotaciones a cielo abierto o canteras.
- Eliminación de componentes fitotóxicos. La gallinaza si se utiliza directamente como fertilizante puede dañar a las plantas al contener estos componentes. Un

proceso de compostaje realizado oportunamente acaba con este problema al eliminar las sustancias fitotóxicas durante el proceso.

- Reintroducción en el ciclo de consumo de materiales con valor comercial.
- Creación de puestos de trabajo
- Creación de infraestructura comercial e industrial en su entorno
- Bajo impacto ambiental si las fermentaciones son aerobias e intensas
- Bajo coste si los mercados son aceptables
- Eliminar malos olores, como consecuencia de la acumulación o aplicación directa de la gallinaza como fertilizante
- Eliminar patógenos vegetales y animales de mala hierba.

La aplicación de la técnica del compostaje presenta los siguientes inconvenientes:

- Las materias de partida del compost, concretamente la fracción orgánica de la basura doméstica y lodos de depuradora, pueden contener sustancias que en altas concentraciones poseen un efecto nocivo para el suelo y las plantas, y en último término para el consumidor a través de la cadena alimenticia. En el caso de compostar residuos ganaderos este riesgo desaparece si el proceso de compostaje se realiza apropiadamente.
- Presencia de compuestos orgánicos tóxicos en el producto final o compost. Esto no ocurre si se realiza una razonable selección y preclasificación de las sustancias originales. El compostaje de residuos orgánicos urbanos como basuras, presenta este inconveniente que no comparte en ningún caso el compostaje de residuos orgánicos procedentes de explotaciones ganaderas, como es el caso de la gallinaza.
- Si el proceso no cuenta con la maquinaria adecuada o la materia orgánica de partida contiene demasiada cantidad de materia indeseada, puede darse una gran producción de rechazo, y resultar poco rentable.
- La fermentación puede producir malos olores, existiendo diferentes técnicas que minimizan este impacto de forma muy satisfactoria.
- Una planta de compostaje moderna en túneles de compostaje, de tamaño medio-grande puede suponer una fuerte inversión inicial
- Posible dificultad a la hora de comercializar el compost en actividades agrícolas, debido a la mala fama que ha supuesto para el sector la presencia de compost de mala calidad procedentes de residuos urbanos.

Queda notorio así, las grandes ventajas que suponen para el medio ambiente la adopción del compostaje en el tratamiento de residuos ganaderos, evitando un perjuicio

en forma de residuo, al tiempo que contribuye al afianzamiento de materia húmica en nuestros suelos, atajando problemas tan graves como la desertización entre otros muchos.

Es una herramienta útil en el campo de la gestión de los residuos propios de actividades ganaderas, especialmente en actividades de explotación intensiva.

La mayoría de los inconvenientes del compostaje se solucionan adoptando un proceso adecuado y una materia de partida adecuada como la gallinaza.

2.4.1.2 Metanización o producción de biogás

Con el término “biogás” se designa a la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias.

El biogás se produce en un recipiente cerrado o tanque denominado biodigestor el cual puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico. El biodigestor, de forma cilíndrica o esférica posee un conducto de entrada a través del cual se suministra la materia orgánica, en forma conjunta con agua, y un conducto de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona el biodigestor. Los materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan influente y efluente respectivamente. El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás.

Los principales componentes del biogás son el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2). Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación en la tabla 4.1 (Werner et al 1989):

Metano, CH_4	40 - 70% volumen
Dióxido de carbono, CO_2	30 - 60
Sulfuro de hidrógeno, H_2S	0 - 3
Hidrógeno, H_2	0 - 1

Tabla 2.7: Composición del biogás

El metano, principal componente del biogás, es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. El valor energético del biogás por lo tanto estará determinado por la concentración de metano - alrededor de 20-25 MJ/m³, comparado con 33-38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).

El proceso en que se produce el biogas consta de tres etapas fundamentales que ocurren simultáneamente (Thiman 1966; López y Novoa 1991; Novoa y López 1991) las cuales se describen a continuación.

- a) Hidrólisis y acidogénesis. En esta etapa las bacterias no metanogénicas actúan sobre los componentes orgánicos del sustrato, tales como celulosa, almidones, proteínas y grasas entre otras, transformándolos por hidrólisis en compuestos orgánicos solubles. De esta forma los carbohidratos se convierten en azúcares simples; las grasas, en ácidos grasos y glicerol y las proteínas se desdoblan en polipéptidos y aminoácidos, liberando también CO₂ e H₂. Posteriormente, esos productos son convertidos a ácidos orgánicos, fundamentalmente butírico, propiónico y acético.
- b) Acetogénesis y homoacetogénesis. Los productos finales de la etapa anterior son transformados en acetato, hidrógeno y CO₂ por un grupo de bacterias que aportan aproximadamente el 54% del hidrógeno que se utilizará en la formación de metano. La función de estos microorganismos en el proceso de la digestión anaerobia es el de ser donantes de hidrógeno, CO₂ y acetato para las bacterias metanogénicas. En la homoacetogénesis ocurre igualmente la formación de acetato, pero autotróficamente, a partir de hidrógeno y dióxido de carbono. El papel que desempeñan estos microorganismos dentro de los sistemas anaerobios no está bien dilucidado. Sin embargo, su presencia evita que se pierda H₂ y CO₂ durante el crecimiento sobre compuestos multicarbonados, lo que implica eficiencia termodinámica.
- c) Metanogénesis. Es en este punto del proceso donde actúan las bacterias metanogénicas, degradando estos ácidos y alcoholes, obteniéndose como productos finales del proceso metabólico gas metano (CH₄). De todo este proceso va quedando un efluente que es el efluente líquido, mucho menos agresivo en cuanto a poblaciones bacterianas, que el efluente, el cual puede ser utilizado como bioabono o fertilizante por su riqueza en determinados nutrientes.

El tratamiento de los residuos ganaderos para la producción de biogás presenta las siguientes ventajas:

- Eliminación de un residuo, con un importante potencial lesivo para el medioambiente, a la vez que se obtiene un producto de gran valor como el biogás.

- No producen desequilibrio en la naturaleza
- Como subproducto se obtiene un efluente fermentado. El efluente es mucho menos oloroso que el afluente.
- Control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobreviven el proceso de biodigestión (Hohlfeld y Sasse 1986). En condiciones de laboratorio, con temperaturas de 35 °C los coliformes fecales fueron reducidos en 50 – 70% y los hongos en 95% en 24 horas (Marchaim 1992).
- El biogás puede ser utilizado como combustible para motores diesel y a gasolina, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un generador. En el caso de los motores diesel, el biogás puede reemplazar hasta el 80% del gasóleo, (la baja capacidad de ignición del biogás no permite reemplazar la totalidad en este tipo de motores que carecen de bujía para la combustión). Aunque en los motores a gasolina el biogás puede reemplazar la totalidad de la misma, en general en los proyectos a nivel agropecuario se le ha dado preferencia a los motores diesel considerando que se trata de un motor más resistente y que se encuentra con mayor frecuencia en el medio rural.
- La producción de electricidad mediante biogás es una energía limpia que contribuye a la reducción del efecto invernadero, renovable, pues puede considerarse como inagotable debido a la gran cantidad de residuos orgánicos generados en nuestros días.

Por el contrario la producción de biogás presenta los siguientes inconvenientes:

- El valor energético del biogás está determinado por la concentración de metano - alrededor de 20 – 25 MJ/ m³, e inferior comparado con 33 – 38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).
- El biogás es un gas combustible y, por ello, puede dar lugar a incendios.
- El proceso anaerobio de producción de biogás, suele ir acompañado de un proceso de compostaje, para el tratamiento de los lodos purgados.
- Las instalaciones necesarias para la producción de biogás, son más caras y complejas en comparación a otras alternativas en el tratamiento de residuos orgánicos como el compostaje.
- Mayor requerimiento de una infraestructura de mantenimiento para una planta de este tipo que para el compostaje.

- Necesidad de inversión en infraestructura para evitar la aparición de malos olores en las inmediaciones de la planta.
- Necesidad de grandes cantidades de gallinaza para asegurar la viabilidad del proyecto.

La biometanización constituye una de las alternativas más interesantes para el tratamiento de los residuos orgánicos, al obtener biogás, un producto de alto valor añadido, si bien presenta el inconveniente de la necesidad de una fuerte inversión y una instalación y mantenimiento de cierta complejidad técnica. Además los lodos purgados en última instancia deben ser sometidos a un posterior compostaje.

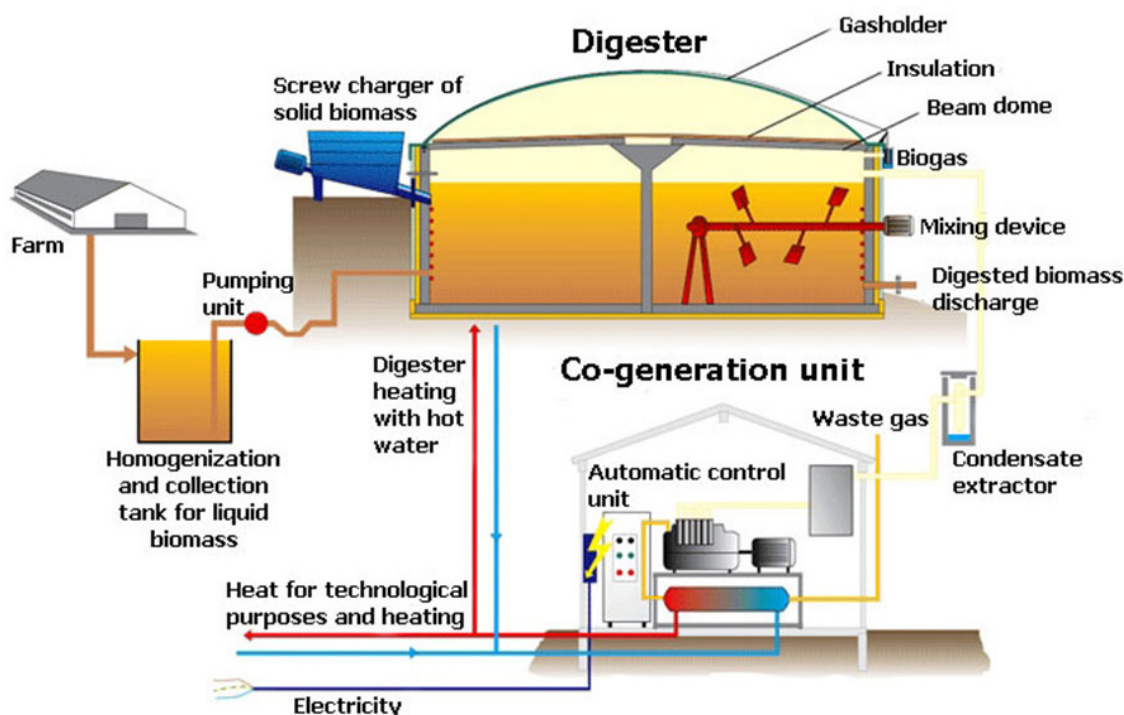


Figura 2.1: Esquema funcionamiento de una planta anaerobia para tratamiento de purines

2.4.2 Tratamientos físico-químicos

Los tratamientos físico-químicos, tan utilizados en ámbitos de depuración de aguas residuales, lodos y gases contaminados, no son habitualmente empleados en la gestión de residuos ganaderos, con la excepción del secado y el filtrado.

2.4.2.1 Secado

Tras la aprobación del RD 2818/1998, de 23 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración, se planteó reducir el volumen de los purines de cerdo por medio de secado empleando fuentes de calor externas, en concreto se crearían

centrales termoeléctricas que utilizarían gas natural y producirían energía eléctrica, siendo el vapor generado o los gases de escape, utilizados para el secado de los purines.

La energía eléctrica generada de esta manera recibiría una prima. Un problema a tener en cuenta en este caso es la necesidad del tratamiento de los gases efluentes, ya que contienen abundante amoníaco (a no ser que el purín sea tratado previo al secado con ácido sulfúrico, lo que podría dar lugar a otro tipo de problemas; esta técnica se está abandonando actualmente en Austria, pionera de dicho tratamiento) y compuestos orgánicos volátiles.

Otros sistemas indican conveniente para evitar el problema del amoníaco un calentamiento previo del purín, sólo hasta punto de ebullición, para producir la evaporación del amoníaco, recogiendo sobre sulfúrico, obteniendo como producto resultante sulfato amónico en forma líquida, el cual posteriormente podría ser cristalizado.

A continuación se encontraría la unidad de secado propiamente dicha que debería incluir un sistema de condensación de gases y biofiltración.

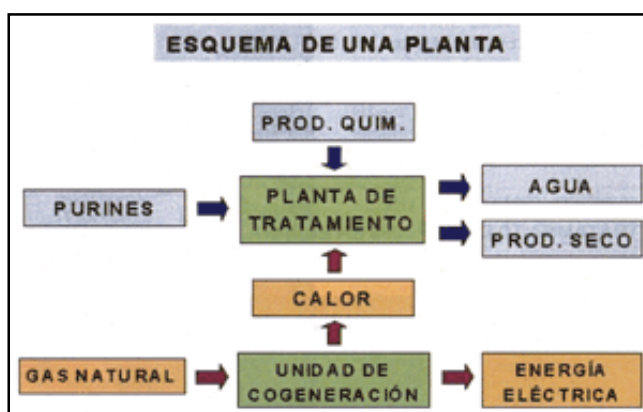


Figura 2.2: Esquema de una planta de secado

Existen diferentes ingenierías que han diseñado plantas para el tratamiento de residuos de cerdo, como Sener Grupo Ingeniería, Sinae, OPSI, ROS-ROCA, etc., mediante este procedimiento.

En el Proceso Valpuren de SGT SENER se propone un tratamiento anaerobio para los purines de cerdo previo al secado.

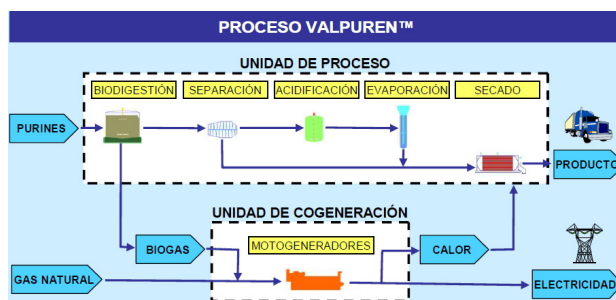


Figura 2.3: Proceso Valpuren de SENER

SINAE Medio ambiente, para el caso de residuos de porcino, propone después de que el purín se somete a una separación de fases mediante un Compacter, pasar la fracción líquida a un evaporador; la fracción sólida obtenida en el evaporador junto con la fracción sólida obtenida en el Compacter se someterían a un proceso de secado.

ROS-ROCA propone sólo un secado de la fracción sólida obtenida del separador de fases, enviando el líquido a un tratamiento biológico aerobio.

Por otro lado en el año 2000, se constituyó en Barcelona la Asociación de Empresas para el Desimpacto Ambiental de los Purines (ADAP) promovida por un grupo de empresas implicadas en el tratamiento de purines. Los miembros de la Asociación son: Corporación AGE, Guascor Explotaciones Energéticas, Ros Roca, Sener Grupo de Ingeniería, Sinae Energía y Medio Ambiente. En la actualidad, las empresas asociadas a la ADAP mantienen en funcionamiento las plantas de tratamiento de purines ubicadas en Masies de Voltregà (Girona), Alcarràs (Lleida), Hornillos de Eresma (Valladolid), Agreda (Soria) y Juneda (Lleida), además de contar con instalaciones en construcción en Santa María de Corcó (Barcelona), Altorricón (Zaragoza), Turégano (Segovia), Langa de Duero (Soria), Zaidín (Huesca), Los Rábanos (Soria), Guardo (Palencia) y Lorca (Murcia). En fase de proyecto existen otros 17 proyectos repartidos en distintas localidades de Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Murcia y Valencia.

Una planta-tipo supone una inversión de entre 16,2 millones de euros, 2.700 millones de pesetas, y 18 millones de euros, 3.000 millones de pesetas. Tiene una potencia instalada de 15 MW, una capacidad de tratamiento de 110.000 toneladas de purines/año y genera anualmente 7.000 toneladas de producto fertilizante para la agricultura.



Figura 2.4: Plantas de tratamiento de purines en España.

Por último, indicar que el proceso de cogeneración, con los beneficios asociados a la coyuntura actual para el caso de los purines de cerdo, no es un tratamiento, es un medio para hacer económicamente asequibles aquellos procesos cuyo limitante sea el aporte de energía térmica. Dado que la coyuntura económica es, o puede ser cambiante, la estrategia prioritaria de tratamiento, que haya puesto de manifiesto el plan de gestión, ha de tener un peso específico elevado en el proceso de toma de decisiones, con vistas a tender a sistemas sostenibles

Por otro lado, en los tratamientos dirigidos al secado de purines, una digestión anaerobia previa aporta parte de la energía térmica necesaria para el proceso, posibilitando un margen de maniobra para conseguir costes de producción menos sensibles a la variación de precios del gas natural, contribuyendo por otro lado a minimizar los problemas asociados a la volatilización de compuestos orgánicos, que son previamente reducidos a biogás; contribuye también a la mineralización y estabilidad del producto final.



Figura 2.5: Planta para la eliminación de purines de cerdo, transformándolos en abono y generando electricidad.

La deshidratación de los residuos ganaderos presenta las siguientes ventajas:

- Generación de biogás a partir de residuos orgánicos potencialmente contaminantes.
- Aprovechamiento del biogás para transformación en corriente eléctrica mediante

grupos termoeléctricos.

- Obtención de compost.
- Evita el vertido incontrolado de residuos orgánicos con el potencial poder contaminante sobre ríos.
- Evita la contaminación de suelos y acuíferos por posibles abandono incontrolado de este tipo de residuos orgánicos.
- La producción de electricidad mediante biogás es una energía limpia que contribuye a la reducción del efecto invernadero, renovable, pues puede considerarse como inagotable debido a la gran cantidad de residuos orgánicos generados en nuestros días.

La deshidratación de residuos ganaderos presenta por el contrario los siguientes inconvenientes:

- El valor energético del biogás está determinado por la concentración de metano - alrededor de 20 – 25 MJ/ m³, e inferior comparado con 33 – 38MJ/ m³ para el gas natural (Werner et al 1989).
- Necesidad de una gran inversión en maquinaria y procesos de gran complejidad técnica.
- El RD 2818/1998, de 23 de Diciembre, prima la energía eléctrica producida a partir de purines de cerdo exclusivamente. La producción de energía eléctrica a partir de gallinaza no sería primada.
- Los gases efluentes deben ser sometidos a tratamiento debido a su alto contenido en amoníaco.
- Mayor requerimiento de una infraestructura de mantenimiento para una planta de este tipo que para el compostaje.
- Necesidad de inversión en infraestructura para evitar la aparición de malos olores en las inmediaciones de la planta.

2.4.2.2 Filtrado

En el tratamiento de residuos ganaderos, para la separación de fases, es ampliamente utilizado el sistema tornillo-prensa que es un sistema simple que obtiene una fracción sólida, con un determinado grado de sequedad, y una fracción líquida.

Consiste en la acción de un tornillo sin fin que gira en el interior de una criba. El material se desplaza horizontalmente. Los sólidos son expulsados por el tornillo y los líquidos pasan por la criba. La eficacia de separación sólido/líquido varía en función del paso de la criba y puede oscilar entre el 25 y el 80% del sólido total. Para un tamaño de

criba comprendido entre 0,75 mm y 0,5 mm, el porcentaje de sólidos eliminados oscilará entre el 67-79%.

También podría ser utilizado el filtro banda que se basa en el principio de presión de filtración mecánica. Consta de dos cintas de tela sin fin que convergen en forma de cuña, y son conducidas por rodillos mientras se presionan mutuamente. Normalmente se utilizan coagulantes o floculantes. La fracción sólida presenta una sequedad entre el 15 y el 25%.

Otro tipo de filtro empleado es el filtro prensa. Básicamente consiste en un cierto número de bandejas, que están colocadas sobre unas guías para garantizar la alineación, siendo sometidas todas juntas a presión por sistemas electromecánicos e hidráulicos entre un extremo fijo y uno móvil. En la cara de la bandeja, va montada una membrana filtrante. La prensa está concebida para obtener concentraciones de salida óptimas entre 25 y 45% de materia sólida.

El sistema de filtrado, en cualquiera de sus variantes no constituye un tratamiento integral para los residuos orgánicos ganaderos sino un tratamiento previo común a diferentes sistemas de gestión de los residuos orgánicos. Se descarta de esta manera, la adopción de este sistema de tratamiento para este Proyecto.

2.4.3 Uso directo de la gallinaza como abono

El uso de los excrementos animales como fertilizante de los suelos es casi tan antiguo como la existencia de la agricultura. Residuos ganaderos como la gallinaza, presentan unas propiedades fertilizantes innegables por su contenido en nitrógeno, fósforo y minerales.

El suelo es capaz de asimilar una determinada cantidad de gallinaza, limitada principalmente por el contenido en nitrógeno, por encima de la cual se ve perjudicado. Hasta bien entrado el siglo veinte, nuestra tierra no sólo era capaz de asimilar sin problemas los excrementos de los animales domésticos, sino que además se beneficiaba de ellos. El problema surge con la aparición de las granjas de producción intensiva, generándose una cantidad de residuos incapaz de ser asimilados por nuestros suelos. El problema es especialmente grave en las inmediaciones de las granjas, con el peligro de formación de lixiviados que contaminen nuestros acuíferos, (ver apartado 1.1.3.2 sobre impacto ambiental). Por otra parte nuestra legislación limita la cantidad máxima de estiércol a verter a la que contenga menos de 170 kg de nitrógeno por hectárea y año.

El uso directo como abono de los residuos de gallinaza, (se podría generalizar a otros residuos de animales) consiste en la aplicación 'en fresco' del residuo tal y como sale de la granja, ya sea en forma sólida o en forma de purín.

Existen tres formas de vertido: aplicación directa, inyección y riego (Menoyo, 1995). Uno de los objetivos que se persigue en todos los casos es minimizar las pérdidas de nitrógeno en forma de amoníaco (en aplicación directa el residuo es enterrado lo antes posible).

El gran problema reside en establecer la dosis adecuada, ya que si el suelo fuese capaz de absorber todos los residuos, no habría apenas problemas. También resulta de interés la época del año en que se vierte, ya que la gallinaza en fresco no causará los mismos problemas a lo largo de todo el año. Lo conveniente es hacerlo cuando las plantas se encuentran en el periodo de mayor necesidad de nutrición, ya que será en este momento cuando más retengan los nutrientes, y serán menores los índices de lixiviación.

2.4.4 Elección del sistema de tratamiento óptimo

El futuro del tratamiento de los residuos orgánicos en general, y de los residuos ganaderos en particular reside en la aplicación de procesos de tipo biológico como el compostaje y la biometanización o producción de biogás.

La elección del compostaje como solución al problema de los residuos de las explotaciones avícolas del concejo de Carreño e inmediaciones, frente a la biometanización responde a las siguientes razones:

- Necesidad de menor inversión frente a otras alternativas como la metanización o el secado
- Menor complejidad técnica.
- La tecnología del compostaje es más adecuada para el tratamiento de residuos sólidos.
- Ausencia de peligros como explosiones e incendios que la biometanización comporta, y necesidad por tanto de menor inversión en materia de seguridad y prevención de riesgos.
- Los lodos purgados en el proceso de biometanización debe ser sometidos a un posterior tratamiento de compostaje.
- Ausencia de primas en la generación de electricidad a partir del biogás obtenido con gallinaza (RD 2818/1998, de 23 de Diciembre), aumentando los costes de explotación de una hipotética planta de secado.
- El compost de gallinaza, procedente de un proceso de compostaje estricto presenta una gran calidad, tanto por su acción fertilizante como por la ausencia de patógenos y otras sustancias indeseables.

- El compostaje al igual que la biometanización están encuadradas según todas las Directivas Europeas como tecnologías limpias, siendo fomentadas por el seno de la Unión Europea bajo la concesión de importantes ayudas, que facilitan enormemente la apertura de una Planta de Compostaje.

2.5 El compostaje

2.5.1 Generalidades

El proceso de compostaje es un proceso consistente en la degradación de la materia orgánica bajo condiciones controladas que tiene por finalidad transformar la materia orgánica en compuestos estables. El producto final se denomina compost o material compostado.

Atendiendo a lo visto en el apartado anterior, sería recomendable hacer un cambio en la definición precedente. Hablar de 'fermentación' es hablar de anaerobismo, de forma que sería más apropiado decir "oxidación biológica", "degradación biológica" o algún término equivalente. El error, de forma, es bastante habitual en la bibliografía.

2.5.1.1 Criterios de calidad

La legislación vigente exige unos criterios mínimos de calidad para el compost, recogidos en el Real Decreto 72/1988 de 5/2/88 sobre fertilizantes y afines, modificado por el Real Decreto 877/1991, sobre ordenación y control de fertilizantes y afines; por otro lado la orden de 28/5/98 desarrolla el Real Decreto de ordenación y control de fertilizantes.

Principio activo	Niveles admisibles
Materia orgánica	> 25 s.m.s
Humedad	< 40%
Granulometría	90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm
Tamaño partículas de inertes	<10 mm.
Cadmio	< 10 mg/kg
Cobre	< 450 mg/kg
Níquel	< 120 mg/kg
Plomo	< 300 mg/kg

Zinc	< 1.100 mg/kg
Mercurio	< 7 mg/kg
Cromo	< 400 mg/kg

Tabla 2.8. Exigencias para el compost según normativa vigente

El compost procedente de materia orgánica animal como la gallinaza, cumple con todas las exigencias impuestas por la normativa vigente, pues resulta ser sin ninguna duda el compost de mayor calidad posible, si el proceso de fermentación y maduración se realizan adecuadamente. El compost procedente de residuos urbanos, puede presentar con frecuencia valores límite en concentración de metales pesados, y resulta ser en cualquier caso un compost de menor calidad.

En el Plan Nacional de Residuos Urbanos, se fija el Programa Nacional de Compostaje. En él se indica que se establecerá un programa de mejora de la calidad del "compost" producido en consonancia con la propuesta de Directiva de la Unión Europea, incluyendo una norma de calidad agronómica del "compost", a redactar entre los Ministerios de Medio Ambiente de Agricultura, Pesca y Alimentación.

El problema aparece en los residuos sólidos urbanos, donde los componentes orgánicos compostables se encuentran mezclados con otros residuos, dando como resultado una calidad dudosa del compost; elementos inertes como el vidrio, plástico, metales, etc., pueden liberar tóxicos, entre los que se encuentran, metales pesados.

Uno de los alicientes del empleo del compost por parte de agricultores en la plantación de sus cultivos, es la posibilidad de obtener una etiqueta ecológica, concedida por la Unión Europea, siempre y cuando no se hayan empleado fertilizantes inorgánicos que pueden dañar el equilibrio de los suelos y contaminar las aguas subterráneas.

Además estas sustancias inorgánicas nocivas, pueden pasar al producto final, y en último término a los seres humanos.



Figura 2.6.: Logotipo de la etiqueta ecológica Europea

La “etiqueta ecológica europea” (EEE) es de carácter voluntario y abarca a todos los países de la Unión Europea, siendo reconocida, por tanto, en cualquiera de los países miembros. Está regulada por el Reglamento CEE 880/92 del Consejo, y tiene como objetivos principales:

- Promover el diseño, la producción, la comercialización y la utilización de productos que tengan repercusiones reducidas en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida.
- Proporcionar a los consumidores mejor información sobre las repercusiones ecológicas de los productos.

En la Decisión de 14 de noviembre de 1994, se define "enmiendas orgánicas" como aquellos materiales vendidos como productos de marca a aficionados a la jardinería para ser incorporados al suelo principalmente para mejorar sus propiedades físicas y/o biológicas sin producir efectos nocivos. Para hacerse acreedoras de la etiqueta ecológica, las enmiendas del suelo deben cumplir todos los criterios especificados a continuación:

a) Procedencia del producto

Sólo se concederá la etiqueta ecológica a las enmiendas del suelo cuyo contenido orgánico proceda de la materia derivada del tratamiento o reutilización de materiales de desecho.

b) Etiquetado

El envase de estos productos deberá mostrar la siguiente información:

- Nombre y dirección de la organización encargada de la comercialización.
- Un descriptor que identifique el tipo de producto, incluyendo la expresión "enmienda orgánica".
- Recomendaciones de almacenamiento.
- Fecha límite de uso.
- Código del lote de fabricación.
- Destino o aplicación del material.
- Integrantes principales; aquellos cuya composición supere el 10% en volumen en la fabricación del producto.
- Modo de empleo.
- Dosis de aplicación (expresada en Kg. o litros de producto por m²).
- Directrices de seguridad en el manejo del producto.

c) Características del producto

Para la concesión de la etiqueta ecológica las “enmiendas del suelo” deben cumplir los siguientes requisitos:

- Todos los productos se presentarán en estado sólido y contendrá como mínimo un 25% en peso de materia sólida.
- Se especificará la frecuencia mínima de aplicación de manera que aporte como mínimo 500 g. de materia orgánica (peso seco) por m² de tierra.
- Los productos no afectarán de manera adversa la germinación o crecimiento de las plantas en la prueba definitiva de crecimiento.

d) Degradación del suelo y contaminación de las aguas

Ningún producto superará, siempre que las dosis de aplicación y su frecuencia sean las adecuadas, el índice medio anual de adición de sustancias tóxicas que pueda aplicarse durante un período de 10 años, tal como se indica en la tabla siguiente:

Elemento	mg/kg
Zn	300
Cu	75
Ni	50
Cd	1,5
Pb	140
Hg	1
Cr	140
Mo(*)	2
Se(*)	1,5
As(*)	7
F(*)	200

Tabla 2.9: Índice medio anual de adición de sustancias tóxicas(Hontoria y Zamorano,2000)

(*) *Datos analíticos aplicables solamente a los productos que contengan sustancias procedentes de procesos industriales, residuos municipales y lodos de aguas residuales.*

Los productos no deberán contener ingredientes que hayan sido tratados con lindane, cipermetrina o promecarb.

e) Carga de los nutrientes

Cuando se utilicen de acuerdo con las recomendaciones de uso, los productos no deben superar las cargas máximas de nutrientes siguientes:

- 8 g/m² de nitrógeno total.
- 6 g/ m² de P₂O₅.
- 12g/ m² de K₂O.

Los productos quedarán exentos de este requisito si en la primera estación en que se aplican se dispone de menos del 10% en volumen del contenido de nutrientes para el crecimiento vegetal. Estos productos (por ejemplo, muchas cubiertas vegetales) se definen como los que tienen una relación C:N superior a 30:1 (Hontoria y Zamorano, 2000).

f) Sanidad y seguridad

Los productos no superarán los niveles máximos de patógenos primarios establecidos en la tabla siguiente:

Material seco	
Salmonella	Ausente en 25 gramos
E.coli	<1000 /gramo

Tabla 2.10: Niveles máximos de patógenos primarios en las enmiendas orgánicas (Hontoria y Zamorano, 2000)

g) Molestias

Deben cumplirse los siguientes requisitos como condición indispensable a la concesión de la etiqueta ecológica:

- Los productos no producirán olores ofensivos persistentes tras su aplicación al suelo.
- Los productos no contendrán fragmentos de vidrio, cable, otros metales o plásticos duros que puedan constituir un riesgo para la salud humana.
- Los productos no introducirán en el suelo un número importante de semillas de hierbas o partes vegetativas reproductoras de hierbas agresivas.

h) Métodos de pruebas y análisis

Los métodos de prueba y análisis de metales pesados deberán ser conformes a lo dispuesto en la Directiva 86/278/CEE. En caso que no existan métodos internacionalmente reconocidos de análisis físico y microbiológico de las enmiendas de suelo, el método de prueba será responsabilidad de los Estados miembros.

2.5.2 Criterios de ubicación

La instalación de una planta de compostaje estará condicionada por una serie de factores, fundamentalmente de tipo ambiental, y económico:

- Situación estratégica respecto de las poblaciones o focos productores de los residuos.
- Se deberá mantener fuera de las zonas de influencia de los núcleos urbanos y de los espacios naturales protegidos.
- Instalación en terrenos con una hidrogeología apropiada, impermeables o de baja permeabilidad y con ausencia de acuíferos de entidad.



Figura 2.7: Foto de la planta de compostaje sita en Alhendín (Granada)

2.5.3 Estabilización del compost

La estabilidad del compost obtenido está definida por las características de olor, humedad, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico, etc.

La no estabilización del compost provoca una tasa elevada de actividad microbiana, que se detecta por respirometría. La medición de la tasa específica de emisión de oxígeno (TEEO) da una aproximación de la actividad microbiana y, por tanto, del grado de estabilidad.

Existen diferentes tipos de compost según sea el grado de maduración del mismo:

- Compost fresco. Se ha producido la fase termófila, habiéndose eliminado los patógenos. No conviene aplicar a los cultivos, sino más bien al suelo entre cosechas.
- Compost. Se obtiene tras la fase de maduración. Puede utilizarse sobre el cultivo, aunque conviene no aplicarlo directamente sobre las raíces.
- Compost curado. Altamente estabilizado (prolongado proceso de humificación y mineralización). Se puede emplear en cualquier situación y está comprobado científicamente como el compost que presenta unas propiedades más beneficiosas para el suelo y plantas.



Figura 2.8: Pilas de compost en proceso de estabilización

Por otro lado, un proceso de compostaje bien diseñado, convierte los materiales entrantes en productos seguros para su uso; no los esteriliza, por lo que aporta una comunidad microbiana activa, que proporciona beneficios a los suelos pobres.

Parece que ha habido dificultad para evaluar el nivel de higienización basado en pruebas del producto. Ello supone utilizar organismos indicadores como coliformes, enterococos o clostridios y hace que en la elaboración del compost se compagine la temperatura con el tiempo de exposición.

En la Unión Europea algunos investigadores recomendaron en 1987 que los coliformes fuesen menores de 500 UFC/gramo y menores de 5.000 UFC/gramo de enterococos. Esto se consigue con temperaturas de 60 grados durante más de dos días.



Figura 2.9: Pila de compost estabilizado

2.5.4 Usos del compost

Una de las vías más importantes de recuperación de los suelos agotados como consecuencia del cultivo intensivo es la utilización de materia orgánica para aplicarla sobre los mismos. Las fuentes naturales de materia orgánica que tradicionalmente más se han utilizado han sido el estiércol y las turbas. El estiércol aplicado en fresco puede generar importantes impactos ambientales, y las turbas son cada vez más escasas y caras, además de poseer peores propiedades como fertilizante. Se han tenido que buscar soluciones alternativas, de coste asequible y calidad elevada como el compost procedente de residuos orgánicos, con el fin de satisfacer las necesidades actuales de materia orgánica de nuestros suelos.

Gil Franco, Rosana, (1997) afirma en Residuos, que las ventajas que presenta el uso del compostaje se resumen en los siguientes aspectos:

- El empobrecimiento gradual en materia orgánica de los suelos es consecuencia del desarrollo de los cultivos intensivos. En muchas zonas de nuestro país el suelo no posee más del 1% de materia orgánica, mientras que se considera un 2% como mínimo aceptable y un 3% como deseable. Datos proporcionados por el "Estudio sobre el aprovechamiento de las basuras, producción y utilización del compost" indican que para conseguir esos niveles se debería aportar un total de 3 Tn/Ha/año de materia orgánica durante 10 años consecutivos; teniendo en cuenta la extensión cultivable en nuestro país esto implicaría que las necesidades de materia orgánica superan los 250 millones de Tm por año.
- La aparición de nuevas necesidades de materia orgánica como consecuencia del desarrollo de los espacios verdes: parques, jardines, campos de deporte y cultivos ornamentales.
- La lucha frente a la erosión y desertización del suelo, cada vez mayores a consecuencia de la práctica intensiva o los incendios forestales. También puede aplicarse en la recuperación de impactos ambientales por las obras públicas, como taludes de carreteras, explotaciones a cielo abierto o canteras.
- La mejora de las técnicas de compostaje, que permite eliminar de la basura una serie de materiales recuperables y dejar un resto fermentable del que se puede obtener un producto de mayor calidad agronómica.

De forma general el compost se puede utilizar en los siguientes casos:

- Mantener un nivel húmico de la tierra, sobre todo en los terrenos destinados a cultivos intensivos y monocultivo.
- Lucha contra la erosión. En estos casos se usan en cantidades masivas.

- Cama para el cultivo de setas. Se utiliza en una proporción que se encuentra entre el 15 y 20% del substrato.
- Recuperación de terrenos improductivos, en dosis masivas que pueden ser superiores a las 1.000 Tn/Ha.

En España y Europa los usos a que se viene siendo destinado son, principalmente:

- Cultivo del viñedo. Es el principal consumidor de compost con más de la mitad de la producción.
- En horticultura, sobre todo en el área mediterránea y Canarias. En este campo es el segundo consumidor.
- Cultivo de cítricos de Castellón y Valencia.
- Cultivo del almendro.
- Cultivos intensivos como los cereales de invierno en Andalucía.
- Cultivo de la remolacha azucarera. Su uso aumenta la producción unitaria y la riqueza de azúcar.

Para hacerse una idea de la fuente de riqueza que tiene la aplicación del compost se van a analizar unas cifras. Datos del Plan Nacional de Residuos nos indican que en el año 1996 la producción de residuos urbanos fue de 17.175.186 Toneladas; de estas, 7.567.387 Tn correspondió a la fracción de materia orgánica que forma parte de estos residuos. En el caso de que se aprovecharan la mayor parte de las basuras que se producen en España, se obtendrían unos 4 millones de Tn de compost, que dado su contenido en materia orgánica del 40% equivaldría a 1'6 millones de Tn de este compuesto biodegradable. A estas cantidades se le deberían añadir 1 millón de toneladas que serían previsibles del compost procedente de los fangos de las depuradoras y otra cantidad imposible de estimar del compost de residuos vegetales y de industrias agropecuarias.

En el Plan Nacional de Residuos Urbanos se fijan como objetivos que deben alcanzarse en lo que se refiere a compostaje:

- Tratamiento del 40% de la materia orgánica de los residuos urbanos al final del año 2.001 mediante técnicas de compostaje
- Se alcanzará el 50% de dicha fracción a finales de 2.006
- Se pretende llegar al compostaje del 24'2% del total de los residuos urbanos en el 2.006 mediante el procesado de la materia orgánica limpia, sin otros materiales e impurezas.

- Apoyo a la valorización de la materia orgánica de los residuos urbanos mediante sistemas de biometanización o similares, de forma que se trate por estas técnicas, al menos, un 2% de la misma al final de año 2.001 y al menos un 5% en el 2.006.
- Mejora del rendimiento en la obtención del compost de las plantas de compostaje existentes, adaptando las que no alcancen la calidad del compost establecida en la norma de calidad de la propuesta de Directiva de la Unión Europea
- Promoción del uso comercial del compost que reúna las características técnicas exigidas en la Norma citada tanto en explotaciones públicas como privadas.

Cabe destacar el estudio realizado por De Fraja F.E y Vismara R. (1996), a encargo de la Unión Europea sobre el futuro del compostaje en la Unión Europea, cuyo resultado se puede resumir en los siguientes aspectos:

- El compostaje es una solución apropiada de estabilización de la materia orgánica, siempre que se adoptan tecnologías simples.
- Se puede obtener un producto de calidad, siempre que los desechos sean separados en la fuente y asegurándose que no contienen materias indeseables.

Los residuos no separados en la fuente, no son aceptables para la producción de compost, y los de mayor ventaja son:

- Residuos de mercados (frutas, verduras), de plantas de procesamiento de alimentos, restaurantes, mataderos, parques y jardines.
- Biosólidos de depuradoras rurales, de industrias agroalimentarias, textiles, papel o de ganados estabulados.
- Fracciones orgánicas domésticas, obteniéndose un compost de calidad menor a los procedentes de residuos orgánicos de origen animal.

Por último decir que el Comité de Estándares Europeos da dos clases de compost:

1. Mejoradores del suelo, que son de media calidad.
2. Medio de crecimiento, que son de alta calidad.

2.5.5 Comercialización del compost

Gil Franco, R., 1997 (Área de Reciclaje de Residuos. Fundación CEIA. Centro de Desarrollo Tecnológico. Álava) ha analizado las numerosas ventajas que puede presentar el compost concluyendo que su comercialización se encuentra con una serie de problemas ligados a la familiarización de la utilización de los abonos minerales en las últimas décadas y que pueden resumirse en:

- Desconocimiento, ya que se trata de un producto poco conocido o que se confunde con otros tipos de materia orgánica.

- Aparición de productos orgánicos de mala calidad, que rápidamente han desaparecido del mercado, lo cual ha creado mala fama hacia estos materiales. Esto ha creado una mala fama hacia el compost como consecuencia de la aplicación de algunos de baja calidad o con contenidos en metales pesados que sobrepasaban los límites permitidos.
- Precio; los precios de los fertilizantes se basan en el contenido de elementos minerales. El compost posee una baja riqueza en nutrientes y con este criterio los precios pueden ser poco rentables. Es difícil valorar económicamente la materia orgánica debido a que los efectos beneficiosos no son apreciables en primera instancia.

Se indica también que para fomentar el uso del compost es necesaria una información a todos los posibles sectores implicados sobre la conveniencia de la utilización de abonos orgánicos, venciendo las reticencias anteriormente citadas. La experiencia muestra que este es uno de los factores fundamentales a la hora de conseguir su uso generalizado.

La agricultura ecológica supone la obtención de productos agrarios con la utilización de una serie de técnicas de producción sin la intervención de agroquímicos, pesticidas ni abonos industriales, y cuando se trata de producciones en regadío, sin el empleo de aguas contaminadas. En España sólo un 1% del total de las producciones agrarias se encuentran actualmente acogidas a la denominación de agricultura ecológica, aunque está llamada a extenderse, en gran medida por las campañas de subvenciones y sensibilización emprendidas por la Unión Europea años atrás. Esto supondría la apertura de puertas a la comercialización del compost, cuya utilización en detrimento de los tradicionales fertilizantes minerales inorgánicos, resulta indispensable para la concesión de la etiqueta ecológica. Igualmente la agricultura intensiva hortícola y frutícola, los semilleros y cultivos forzados de invernadero son mercados potenciales para el compost.

2.5.6 Procesos de elaboración del compost

La finalidad de un proceso de compostaje es obtener un producto final estable a partir de la materia orgánica. Se realiza mediante procesos de conversión biológica.

2.5.6.1 Recepción

A la entrada a planta existe un sistema de control y pesaje de materiales, tanto para los residuos de entrada como para los productos y subproductos de salida. De esta forma se tiene conocimiento del balance de residuos de la instalación.

Se dispondrán zonas de recepción para los materiales cuya capacidad dependerá del volumen de residuos orgánicos tratados. El sistema de alimentación desde la zona de recepción a la etapa de tratamiento se lleva a cabo normalmente mediante pala cargadora y tolvas de alimentación.

2.5.6.2 Clasificación y homogeneización

La clasificación tiene la finalidad de:

- Separar los materiales susceptibles de reciclaje
- Limpiar la materia orgánica fermentable de elementos no deseables para el compost.

Para conseguir estos objetivos se lleva a cabo en primer lugar una separación manual de voluminosos que se realiza por triaje manual. A continuación se utilizan, si fuere necesario sistemas mecánicos consistentes en cribas (trommel), cintas transportadoras y separadores mecánicos o electromagnéticos, así como un triaje manual para llevar a cabo una clasificación de los residuos que pueden ser reciclados.



Figura 2.10: Clasificación de materiales en un trommel

En general la maquinaria precisa para realizar la tarea de homogeneización y clasificación, es más compleja y necesita pues de mayores costes de inversión, para el tratamiento de residuos urbanos. Los residuos orgánicos ganaderos contienen normalmente una baja cantidad de materiales indeseados, y no es necesaria la fase de clasificación y homogeneización.

La homogeneización consiste en lograr la granulometría adecuada para favorecer el proceso de fermentación. En ocasiones se procede a una trituración previa a la clasificación, pero se ha comprobado que esto no es adecuado en presencia de algunos materiales como el vidrio y plásticos que al triturarse, son difíciles de separar y se quedan en el compost, contaminándolo y dando mala calidad.

En la actualidad esta fase se lleva a cabo según los pasos siguientes:

- a) Selección previa de objetos voluminosos

- b) Cribado (aproximadamente entre 60 y 100 mm de diámetro) a partir de la cual se obtiene lo que se denomina el "hundido de trommel" que es fundamentalmente materia orgánica y va a fermentación. La fracción con tamaño superior al paso del trómmel irá a una línea de recuperación de materiales con destino a reciclaje, si fueran valorizables.

Los sistemas de clasificación son muy variados; algunos de ellos son:

- Dosificadores
- Cintas transportadoras
- Cribas vibrantes
- Cribas rotativas (trommel)
- Separadores balísticos
- Mesas densimétricas
- Separadores electromagnéticos (overband, corriente de Foucault)
- Triage manual

2.5.6.3 Fermentación

En esta etapa se produce una degradación biológica de la materia orgánica por oxidación, gracias a la acción de bacterias termófilas. La masa de materia orgánica alcanza altas temperaturas, llegando hasta los 60° C. Temperaturas superiores a 50° C aseguran la destrucción de organismos patógenos y parásitos, aunque ciertas esporas y quistes resistan, por lo que finalmente el compost tendrá carácter inocuo que permitirá su utilización minimizados los riesgos sanitarios. Según como se lleve a cabo el proceso de fermentación se puede distinguir:

- Proceso de fermentación natural, donde la oxidación se lleva a cabo al aire libre, en pilas que se voltean periódicamente para favorecer la fermentación aerobia y evitar olores y zonas de baja aireación en las que no se lleve a cabo el proceso de manera adecuada. Este sistema precisa de grandes superficies de terreno y la duración es de al menos 6 semanas.



Figura 2.11: Compostaje aerobio vía natural

- Fermentación en pila estática aireada, similar al anterior, pero aportando una tasa de flujo de aire que acelera la fermentación. Tienen lugar en naves cerradas.
- Fermentación con aireación forzada en reactor, donde el proceso de oxidación se efectúa de manera controlada, con medios mecánicos que permiten un absoluto control del sistema. Este sistema permite un tratamiento de volumen de residuos mucho mayor, a la vez que minimizan la necesidad de espacio, en comparación a los otros dos sistemas. Por el contrario, los costes de inversión son superiores
- Fermentación con aireación forzada en túneles de hormigón, que añaden al total control del proceso de fermentación conseguido mediante reactores, la posibilidad del tratamiento de mayores volúmenes de residuo.

Como se ha expuesto, el compostaje es una fermentación aeróbica termofílica de un substrato orgánico por la acción combinada de varios microorganismos. Es de gran interés analizar las principales circunstancias o parámetros que intervienen en la fermentación, con el fin de mantener los parámetros en circunstancias óptimas, en aras de un buen compostaje, en el menor tiempo posible y con menor coste:

2.5.6.3.1 Parámetros de control del proceso de fermentación

2.5.6.3.1.1 Parámetros físicos

Aireación

Es el parámetro básico de una fermentación aerobia. La aireación de la materia orgánica supone la incorporación del oxígeno del aire y la eliminación del anhídrido carbónico producido durante el compostaje.

La ventilación de las pilas asegura por volteos periódicos de la masa compostable o por medio del aire que se inyecta o se extrae por las tuberías perforadas situadas a lo largo de la pila de fermentación. La ventilación controlada puede servirnos además para regular la temperatura de fermentación.

Las funciones de la aireación para el buen funcionamiento del compostaje son tres:

1. Aporte de oxígeno para la descomposición biológica aerobia.
2. Eliminación de calor.
3. Favorecer la eliminación del CO₂ y agua formados en el proceso.

Una excesiva aireación puede redundar en un enfriamiento excesivo de la mezcla, dificultándose así algunas de las reacciones microbianas, más eficaces a mayor temperatura.

Por el contrario, una baja aireación producirá el freno a las tres funciones mencionadas anteriormente. El hecho de que se evacúe peor el calor puede provocar incendios, así como la pérdida de eficacia de algunas poblaciones microbianas.

En cuanto a las características anaerobias que se pueden llegar a tener si no existe el suficiente oxígeno, se debe decir que pueden hacer aparición malos olores (SH_2 , CH_4 y ácidos grasos de cadena corta). También se ralentiza el proceso y se reduce la eliminación de patógenos y componentes fitotóxicos.

El valor mínimo deseable para el oxígeno en la mezcla se sitúa en torno al 10%, si bien algunos autores contemplan un valor mínimo más pequeño.

Humedad

Junto con la aireación, es uno de los parámetros de mayor importancia. Los microorganismos necesitan el agua como vehículo líquido para transportar los alimentos y elementos energéticos, a través de la membrana celular. La humedad puede ser ajustada mediante la mezcla de componentes o adición de agua.

La descomposición de la materia orgánica depende del contenido en humedad. Los valores mínimos en los que tiene lugar la actividad biológica se sitúa entre el 14% y el 12%. No obstante, valores inferiores al 49% de humedad pueden limitar sensiblemente el compostaje.

El contenido óptimo de humedad se encuentra en el 50 y 60%. Por encima de este valor se puede presentar anaerobiosis.

Temperatura

Durante el compostaje y siempre que la humedad y la aireación sean adecuadas, la temperatura sufre la siguiente evolución. Inicialmente, los residuos fermentables se encuentran a temperatura ambiente. Enseguida, los microorganismos, que disponen de abundantes nutrientes, proliferan y la temperatura va incrementándose considerablemente. A los pocos días, se alcanzan los 40.°, finalizando la llamada "fase mesofílica" y se alcanza la "fase termofílica". La temperatura sigue subiendo y, la mayor parte de los microorganismos iniciales mueren y son reemplazados por otros resistentes a estas temperaturas. Más tarde, decrece gradualmente y se vuelve otra vez a temperaturas mesofílicas en un período denominado de "maduración" caracterizado por una reducción paulatina de la actividad biológica y por una estabilización de los productos orgánicos obtenidos.

El control de la temperatura es muy importante en la eliminación de los patógenos del compost.

Organismo	Observaciones
Salmonella typhosa	Sin crecimiento por encima de 46, muerte dentro de 30 minutos a 60.
Shigella sp.	Muerte dentro de 1 hora a 55 y dentro de 15-20 minutos a 60
Escherichia coli	La mayoría mueren en 1 hora a 55 y de 15 a 20 minutos a 60
Entamoeba cysts	Muerte dentro de 1 hora a 45 y en pocos segundos a 55
Taenia saginata	Muere en pocos minutos a 55
Trichinella larva	Muere instantáneamente a 60
Brucella abortus	Muere en 3 minutos a 60 y en una hora a 55
Micrococcus aureus	Muere dentro de 10 minutos a 50
Streptococcus	Muere dentro de 10 minutos a 54
Mycobacterium	Muere en 15-20 minutos a 67
Corynebacterium	Muere en 45 minutos a 55
Nacator americanus	Muere en 50 minutos a 45
Ascaris lumbricoides	Muere en menos de 1 hora a 50

Tabla 2.11: Temperatura y tiempo necesario para eliminación de patógenos

2.5.6.3.1.2 Parámetros bioquímicos

Control del pH

Algunos autores (Gray y Cois, 1987) consideran que el pH no es un factor que se deba controlar debido a que no suele causar problemas. De todas formas, conviene señalar su comportamiento con el tiempo.

Inicialmente, los residuos sólidos urbanos, presentan una reacción ácida correspondiente a los extractos de las sustancias orgánicas presentes, con valores próximos a 6. Con el inicio de la fermentación, los residuos adquieren mayor acidez debido a la actividad de las bacterias y a la formación de ácidos débiles. Posteriormente,

el material fermentable adquiere una reacción alcalina como consecuencia de la formación de amonio al degradarse las proteínas y los aminoácidos. En la cumbre de la fase termófila, se puede alcanzar valores de pH próximos a 8,5. Finalmente, en la fase final de la fermentación o "maduración", el pH desciende a valores próximos a la neutralidad o ligeramente alcalinos, debido a las propiedades naturales de la materia orgánica.

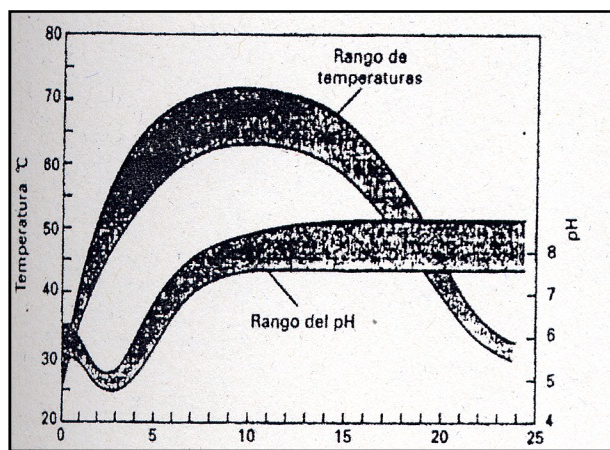


Figura 2.12: Rangos de pH y temperatura

Materia orgánica

Durante el proceso de compostaje, las pérdidas de materia orgánica pueden alcanzar el 30%, medido como materia total. La mayoría de estas pérdidas es materia orgánica "volátil", que corresponde a sustancias ricas en carbono. Estas pérdidas se producen en la primera fase de fermentación, que como se ha expuesto, es la fase más activa, y no durante el período de altas temperaturas.

Nitrógeno

Si se tiene en cuenta que el destino del compost es su aplicación agrícola y que el nitrógeno es uno de los tres grandes nutrientes para los cultivos, se comprende el gran interés por evitar las pérdidas. Estas se producen cuando las cantidades de carbono asimilable son pequeñas respecto a las de nitrógeno. Este es el caso de sustancias que contienen carbono y que son resistentes al ataque microbiano, o por el contrario de sustancias que contienen nitrógeno y son descompuestas con rapidez.

En el transcurso del compostaje, el contenido de nitrógeno disminuye, debido a la volatilización del amoníaco. Las pérdidas mayores se producen en los primeros días cuando la amonificación es mayor y cuando las circunstancias de alto valor de pH y elevada temperatura favorecen las pérdidas amoniacales. Las pérdidas máximas se presentan a temperaturas próximas a 35.° y no con las temperaturas máximas. Durante el proceso, las pérdidas suelen situarse en torno al 10%.

Relación C/N

Una parte importante del organismo de las bacterias está formado por carbono (aproximadamente el 50%) y nitrógeno (sobre un 5%). Las necesidades de carbono se fundamentan en que es usado como fuente de energía y para construir estructuras celulares por los microorganismos, mientras que el nitrógeno es utilizado para la síntesis del protoplasma.

Como regla general, se asume que las necesidades de carbono son alrededor de 25 a 35 veces (30 de media) las de nitrógeno, con lo que será ésta la relación de partida.

En la Tabla 2.12 se muestra la relación C/N para diversos residuos. Se debe tener en cuenta que dichas relaciones están basadas en pesos secos totales de carbono y nitrógeno y no en el peso de la fracción biodegradable del material orgánico. Se admite que todo el nitrógeno está disponible, si bien existen dudas sobre las formas inorgánicas, aunque se acepta su asimilación aunque de manera menos eficaz. En cuanto al carbono, éste ya no es biodegradable en su totalidad. Por eso algunos autores contabilizan únicamente el oxidable.

De esta forma, al leer los datos de la tabla, se debe tener en cuenta que el valor real de C/N para el residuo será menor del dado, en función de la cantidad de carbono biodegradable, ya que es únicamente éste el asimilable por los microorganismos.

Los problemas ocasionados del no-cumplimiento de la relación requerida en el proceso de compostaje pueden ser de dos tipos (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1.994):

1. Relación baja. Se emite amoníaco porque no hay suficiente carbono para ser acoplado junto al nitrógeno en los complejo lignino-húmicos, con lo que el nitrógeno se pierde. Además se dificulta la actividad biológica.
2. Relación alta. El nitrógeno puede convertirse en nutriente limitante, y conducirá a procesos de fermentación muy prolongados.

Un tema de suma importancia, que cobra aun mayor interés en un proyecto de valorización de gallinaza, es el tema de las mezclas de residuos orgánicos en el proceso del compostaje con el fin de cumplir la relación señalada, además de mejorar otra serie de aspectos. En el caso que se estudia en el presente trabajo, la relación C/N está muy por debajo de la válida (dependerá de las fuentes, pero se sitúa en el rango 6-10). Para que el proceso funcione adecuadamente la gallinaza ha de ser mezclada con otro material en el que la relación sea inversa, es decir, que la mezcla resultante sí esté en torno al 20-25, que se toma como relación C/N óptima.

Existen otras relaciones de menor importancia, como es la relación carbono-fósforo (C/P), si bien se asume que en cualquier mezcla, aparte del nitrógeno, existen las adecuadas cantidades de nutrientes.

Material	Porcentaje N	Relación C/N
Residuos de fruta	1,52	34,8
Residuos mezclados de mataderos	1.5	2
Pieles de patatas	1,7	25
Estiércol de vaca	1,7	18
Estiércol de caballo	2.3	25
Estiércol de cerdo	3,75	20
Estiércol de aves de corral	6,3	15
Estiércol de oveja	3,75	22
Fangos digeridos activados	1,88	15,7
Fangos crudos activados	5,6	6,3
Residuos de aserraderos	0,13	170
Paja de avena	1,05	48
Serrín	0,1	200
Paja de trigo	0,3	128
Madera de pino	0,07	723
Papel mezclado	0,25	173
Papel de periódico	0,05	983
Papel marrón	0,01	4490
Revistas	0,07	470
Correo basura	0,17	223
Recortes de césped	2,15	20,1
Hojas	0,5	40
Jacinto de agua	1,96	20,9
Hierba de bermuda	1,96	24

Tabla 2.12: Relación C/N para distintos residuos

2.5.6.4 Maduración

Es una etapa posterior a la fermentación. Esta fase es obligatoria aun en procesos llevados a cabo con aireación forzada en biorreactor o túneles de compostaje. Puede durar de 2 a 20 semanas y durante ella se producen las reacciones de polimerización que darán lugar a los ácidos húmicos, completándose de esta forma el ciclo. Durante el proceso aparecen también bacterias nitrificantes.

Suele realizarse al aire libre, con excepción de zonas muy lluviosas y consiste en el depósito del compost en pilas que no deben superar los 3 ó 4 metros de altura y que periódicamente deben ser volteadas para favorecer la estabilización del producto y evitar los malos olores.

El parque de almacenamiento de compost deberá ser situado sobre terrenos hidrogeológicamente impermeables así como dotarlo de canalizaciones perimetrales para pluviales e interiores para captación de lixiviados con destino a recirculación o tratamiento específico.

2.5.6.5 Afino

Una vez llevado a cabo el proceso de fermentación, se procede a la fase de afino para alcanzar la granulometría adecuada, así como la eliminación de restos de materiales no deseables. Esto se consigue mediante:

- Una clasificación en trómmel de diámetro 25 mm
- Separación de inertes, para lo que se utilizan mesas densimétricas, overband, etc.



Figura 2.13: Zona de afino de una planta de compost

Los inertes obtenidos son destinados a vertedero controlado o bien a reciclaje. La materia orgánica obtenida ya se puede considerar como compost.

2.5.7 Efectos del compost sobre propiedades del suelo y plantas

Un compost maduro que cumpla los parámetros de calidad de la Unión Europea, está considerado como enmienda orgánica, e incrementará el contenido total de materia orgánica del suelo donde se apliquen. En los anexos, se analizan los beneficios del compost en suelos y plantas de manera exhaustiva, así como el peligro que supone para los mismos la utilización de un compost que no cumpla ciertos parámetros de calidad requeridos por la legislación vigente.

La utilización de compost mejora las siguientes propiedades del suelo:

- Estabilidad estructural
- Densidad aparente
- Capacidad de retención de agua
- Temperatura
- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Conductividad eléctrica
- Capacidad de cesión de nutrientes al suelo y la planta.

La planta mejora su crecimiento a su vez gracias a las sustancias húmicas contenidas en el compost, que favorecen la germinación de la semilla y contrarrestan el efecto de algunas toxinas.

Por otra parte los principales peligros de utilizar un compost sin la calidad adecuada son los siguientes:

- Contaminación por metales pesados.
- Contaminación por microcontaminantes orgánicos.

2.6 Diseño planta de compostaje

Se proyecta el diseño de una planta de compostaje, con fermentación en túneles, sita en el concejo de Carreño, para el tratamiento de la fracción sólida de los residuos orgánicos procedentes de las numerosas granjas avícolas de la zona.

2.6.1 Residuos a tratar

De acuerdo con el Proyecto presentado, los residuos orgánicos a procesar en la Planta de Compostaje, por sus características, se agrupan en dos grandes categorías:

- Residuos Vegetales, procedentes de la siega de césped, recogida de hojas y poda de árboles y arbustos, tanto de jardines públicos como privados.
- Residuos de Ganado, gallinaza, procedentes de las granjas avícolas del concejo.

Se escoge la gallinaza frente a otros residuos ganaderos, tanto por su disponibilidad, sólo en el concejo de Carreño se generan del orden de 7500 Tn. al año, como por la facilidad que presenta para la fermentación. La gallinaza tiene una relación Carbono/Nitrógeno del orden de 15, cuando la relación óptima para la fermentación está en torno a 25. Para corregir esto, la gallinaza debe ser mezclada con residuos con alta proporción de Carbono/Nitrógeno a fin de alcanzar la relación apropiada. Este proyecto propone la utilización de residuos vegetales procedente de poda de árboles y siega de césped, debido a la facilidad de acopio y su coste nulo (los ayuntamientos de la zona de Carreño los llevarían de manera gratuita hasta la planta, pues su eliminación constituye un problema para los mismos)

En Asturias existen gran número de explotaciones avícolas, que suman algo más 550000 animales, y generan alrededor de 30.000 Tn de residuos al año. El concejo de Carreño y sus inmediaciones concentra aproximadamente más de la cuarta parte de las explotaciones avícolas de nuestra región, más de 7.500 Tn. de residuo al año. La capacidad de la planta de este proyecto será la adecuada para el tratamiento de la totalidad de la gallinaza generada en el Concejo de Carreño, según Censo de gallinas del año 2006, si bien los datos actuales se presuponen que se suponen en la misma línea.

La planta propuesta, tendrá capacidad para el tratamiento de 8.275 Tn. de gallinaza, que deberán ser mezclados con la cantidad precisa de residuos vegetales que aseguren una fermentación adecuada y un compost óptimo. Si el acopio de gallinaza procedente de las granjas de Carreño no fuera el suficiente para lograr las 8.275 Tn., se procedería a completar la cuota con gallinaza procedente de granjas sitas en concejos limítrofes.

2.6.1.1 Cálculo de residuo Vegetal necesario para la mezcla

Anteriormente se estableció la relación adecuada C/N para el proceso del compostaje. Esta relación, se debe mantener cercana a 25. La relación C/N influye en dos sentidos: si es alta provocará que el nitrógeno sea el elemento limitante, mientras que si es baja puede ocasionar la excesiva volatilización de amoníaco, con el perjuicio que ello conlleva.

La relación C/N antes expuesta, considera toda la fracción de carbono como degradable en el proceso de fermentación. En realidad sólo una fracción del carbono es biodegradable, C_{ox} , y por tanto resultaría más conveniente, trabajar con la relación óptima carbono oxidable frente a nitrógeno, con fin de hallar la cantidad de residuo vegetal destinada a mezcla. Diversos estudios experimentales (A. Menoyo) coinciden en señalar como relación óptima C_{ox}/N aquella comprendida en un rango de 10 a 13. La

gallinaza presenta una relación C_{ox}/N de 5 aproximadamente, así que debe ser mezclada con otro material degradable que presente una relación C_{ox}/N superior, para alcanzar el óptimo que a razón de cálculos consideraremos de 11.

Las experiencias que se citan (A. Menoyo, 1995) han llegado a la conclusión de que los residuos vegetales de poda, hojas y césped de siega son el mejor aditivo posible para la gallinaza, y serán elegidos como aditivo de mezcla con fin de alcanzar la relación C_{ox}/N . Las ventajas de su elección son las que se exponen:

- Tiene una gran producción.
- Tiene un bajo valor (es un subproducto). En la práctica suponen un coste nulo.
- Proporciona una correcta estructura física (oxigenación).
- El pH de la mezcla es óptimo.
- Buena humificación.
- Baja fitotoxicidad.
- Proporciona un buen aspecto final al compost.

Para conocer la cantidad de residuos vegetales que se ha de añadir a la gallinaza se utilizan los datos expuestos en la tabla 6.1. Los restos de poda, presentan una composición muy variable, así que los cálculos deben ser solamente orientativos. La cantidad de residuo vegetal requerida por la gallinaza puede ser modificada fruto de la experiencia adquirida una vez puesta en marcha la planta. Resulta muy fácil de ajustar en la práctica, pues el sistema de fermentación en túneles, diseñados para esta planta permite controlar todas las variables que afectan a la fermentación, y calcular a su vez la necesidad en todo momento de mayor aporte de carbono, nitrógeno o agua entre otros parámetros. Esto se consigue gracias a un moderno sistema de automatización.

	Humedad	COX/N	N Total
Gallinaza	75	5	6,25
Restos de poda y siega	50	39	1,5

Tabla 2.13: Parámetros de los elementos a compostar

Los datos presentados en la tabla 2.13, son aproximados, pues presentan oscilaciones dependiendo de la época del año y la alimentación de los animales para la gallinaza y el predominio del césped de siega o los restos de poda. Los parámetros expuestos en la tabla 2.13 hacen referencia a una composición paritaria de restos de poda y césped de siega.

A continuación se presentan los cálculos realizados para obtener una relación Cox/N= 11.

1 Kg de gallinaza

$$1 \times 0.75 = 0.75 \text{ kg agua}$$

$$1 - 0.75 = 0.25 \text{ kg sólido}$$

$$(0.25) \times (0.0625) = 0.015625 \text{ kgN}$$

$$(0.015625) \times (5) = 0.078125 \text{ kg Cox}$$

1 kg de mezcla de restos de poda y siega

$$(1) \times (0.5) = 0.5 \text{ kg agua}$$

$$1 - 0.5 = 0.5 \text{ kg sólido}$$

$$(0.5) \times (0.015) = 0.0075 \text{ kgN}$$

$$(0.0075) \times (39) = 0.2925 \text{ kg Cox}$$

De la ecuación:

$$COX/N=11 = (0.078125 + X \cdot 0.2925) / (0.015625 + X \cdot 0.0075) \quad (1)$$

X=0.45 o lo que es lo mismo, esa es la relación óptima entre la fracción vegetal y la gallinaza.

Así pues la cantidad de residuo vegetal necesaria será $8275 \times 0.45 = 3725 \text{ Tn}$. El dimensionamiento de los túneles de fermentación será el adecuado para fermentar 8275 Tn/año de gallinaza junto con 3725 Tn/año de residuos procedentes de poda, que da una cifra total 11550 Tn/año.

Tipo de Residuo	Tn/año

Residuo Vegetal	3275
Poda	1637,5
Siega de césped	1637,5
Residuo de ganado	8275
Gallinaza	8275
Total	11550

Tabla 2.13 b: Cantidades de residuo a tratar

Como la disponibilidad de restos de poda y gallinaza en las cantidades requeridas no presenta problema, no se tiene previsto compostar otro tipo de materia orgánica. Si existiese algún tipo de problema o restricción del cupo requerido, podría compostarse cualesquier residuo ganadero (vaca, cerdo, caballo, etc.), junto con otra fuente orgánica rica en carbono (serrín, corteza de pino, residuos celulósicos, corteza de pino, astillas, etc.)

2.6.2 Localización

Se propone como localización cualquier finca situada en el Concejo de Gijón, que reúna unas dimensiones aproximadas de 300 m. de largo x 70 m. de ancho. El emplazamiento deber ser una finca propuesta por el Ayuntamiento de Carreño, si bien no debiera ser problemático encontrar una finca adecuada, pues el impacto medioambiental de la Planta de Compostaje propuesta es bajo, tal como se muestra en el Estudio de Impacto Ambiental adjunto en esta Memoria.

2.6.3 Sistema de tratamiento propuesto

En general, las Plantas de Compostaje han utilizado tradicionalmente, para el desarrollo de la etapa de Fermentación, la disposición de los residuos orgánicos a procesar en forma de pilas o montones (intemperie o dentro de naves cerradas) como sistema casi exclusivo y con resultados más o menos aceptables.

Sin embargo, por diferentes razones, las técnicas y tecnologías aplicables al compostaje de los residuos orgánicos, particularmente en la fase de fermentación, han evolucionado en gran medida para adaptarse a las exigencias del momento y alcanzar los mejores resultados.

Para la selección de la tecnología más adecuada, aplicable en cada caso concreto, han de tenerse en cuenta múltiples factores (de carácter técnico, económico, medioambiental y de normativa) que condicionan su elección. Entre estos factores restrictivos, son de capital importancia los propios residuos a tratar (cantidades, composición, etc.) y las condiciones particulares del lugar donde se pretende situar la instalación.

Este proyecto, ha considerado como pilares básicos en la búsqueda de la tecnología a seleccionar, los siguientes:

- La mejor calidad del producto final, Compost.
- El mayor grado de aceptación social.
- Máxima capacidad y flexibilidad.
- Minimizar los impactos ambientales derivados.
- Los menores costes de construcción y de explotación.
- Cumplimiento de la normativa vigente y previsiblemente futura
- Posibilidad de acceso a certificados de calidad.

Actualmente, uno de los procesos con mayor aceptación, utilizado con éxito en el compostaje de los residuos orgánicos, se basa en la fermentación acelerada en recinto cerrado. El presente proyecto ha considerado que de entre las tecnologías probadas y con garantía demostrada, disponibles en el mercado para la oxidación rápida de la materia orgánica en recinto cerrado, las que utilizan el sistema de Fermentación en Túneles son las que más ventajas aportan. El 70% de las plantas de compostaje a gran escala de nueva creación, apuestan por esta alternativa, en perjuicio de la fermentación en hileras, u otros sistemas de aireación forzada como los reactores. Los reactores, por su limitación de capacidad quedan reservados a plantas de pequeño tamaño y sobre todo a laboratorios donde experimentar posibles mejoras en la técnica del compostaje.

Por todo lo anterior, la tecnología seleccionada, por el proyecto que se presenta, utiliza el sistema de Fermentación en Túneles. Esta tecnología, Fermentación en Túneles, supera a otras respecto a los criterios básicos citados, y presenta, entre otras, las ventajas siguientes:

- Reduce considerablemente el espacio necesario al reducir en un 80% el tiempo necesario para la fermentación.
- Permite conocer, registrar y controlar, en tiempo real, los variables fundamentales del proceso de fermentación (temperatura, humedad y contenido en oxígeno).
- Minimiza la generación de olores y efluentes líquidos (lixiviados).

2.6.3.1 Bases de diseño

Para el desarrollo de esta planta de compostaje se han tenido en cuenta las siguientes bases de diseño:

• Cantidad de Residuos a Tratar	12.000 t/año
• Densidad media de la mezcla	0.38 t/m ³
• Tiempo de residencia en Túneles fermentación	2 semanas
• Tiempo de residencia en Maduración	20 semanas
• Días de operación de la Planta	5 días/semana

Para el cálculo de la densidad media de la mezcla se parten de los siguientes datos:

- Densidad de restos de poda: 0.15 Tn/m³
- Densidad de hierba de siega: 0.35 Tn/m³
- Densidad de gallinaza: 0.45 Tn/m³

La densidad media resulta de $\rho = (0.35 \times 1637.5 + 0.15 \times 1637.5 + 0.45 \times 8275) / 12000$

Resulta una densidad media $\rho = 0.38 \text{ Tn/m}^3$

Los tiempos de residencia son los adecuados según los estudios realizados por numerosos autores (A.Menoyo), la experiencia de otras plantas de compostaje y fabricantes de túneles de fermentación, para los tipos de residuos que la planta va a tratar. Los días de trabajo se ajustan a una semana laboral convencional (lunes a viernes).

Además, conceptualmente se han considerado para el diseño, tanto de la Planta en su conjunto y como de cada unidad funcional, los siguientes criterios básicos:

Flexibilidad:

Las instalaciones podrán ser utilizadas para el compostaje de otros tipos de residuos orgánicos, bien por cambios producidos sobre las previsiones o por otras necesidades.

Capacidad:

Con la ocupación del mínimo espacio la Planta es capaz de tratar 12.000 Tn/año de residuos y salvar puntas con toda garantía. En el apartado correspondiente al dimensionamiento de los túneles de fermentación, se estudian diferentes opciones para

aumentar la capacidad de la planta e incluso se contempla la posibilidad de instalación de nuevos túneles si por cualquier razón fuere necesario.

Estética:

Partiendo de la topografía del emplazamiento, el dimensionado y disposición del conjunto de instalaciones que conforman la Planta, así como espacio ajardinado previsto, permiten su integración en el entorno sin impactos negativos.

Funcionalidad:

La disposición relativa de las diferentes áreas funcionales de la Planta permitirá el desarrollo secuencial de las operaciones, manteniendo el flujo de materiales previsto en el proceso, sin necesidad de maniobras y sin riesgos por la circulación de los equipos.

Respecto al medio ambiente:

Se han adoptan todas las medidas necesarias para evitar que las emisiones de gases o efluentes líquidos (lixiviados) puedan afectar al entorno. Asimismo se ha elaborado un completo y concienzudo Estudio de Impacto Ambiental, adjunto a esta Memoria como Anexo.

2.6.3.2 Proceso adoptado

El proceso adoptado, desde la recepción de los residuos (Residuos Vegetales y Ganaderos) hasta la obtención del producto final, compost, se desarrolla siguiendo una secuencia de operaciones elementales, previamente definidas y debidamente controladas.

Las etapas fundamentales que intervienen en el proceso son las siguientes:

- Control-Recepción.
- Almacenamiento temporal.
- Trituración-Desfibrado de los Residuos Vegetales.
- Mezcla.
- Fermentación.
- Maduración dinámica.
- Afino.
- Almacenamiento de Compost.
- Tratamiento de Gases-Biofiltro.
- Gestión de Lixiviados.

El lay-out de la Planta de Compostaje ha sido diseñado de forma que los procesos adoptados puedan desarrollarse de forma óptima.

2.6.3.3 Balance de materiales

En el cuadro y esquema adjuntos, se presenta el Balance de Materiales del Proceso: fermentación en túneles, maduración dinámica y afino. La densidad final del compost se considera de 0.5 tn/m³.

Fase del proceso	Tn/año	m³/año
<i>Alimentación</i>	11550	33984,11
<i>Mezcla</i>		
- Entrada	11550	33984,11
- Pérdidas, 10% en Volumen	1155	3398.411
- Salida		28421,1
<i>Fermentación en Túneles</i>		
- Entrad- Entrada	10395	30585,66
- Pérdidas, 35% en Volumen	3638,25	10704,99
- Salida	6756,75	19880,68
<i>Maduración Dinámica</i>		
- Entrada	6756,75	19880,68
- Pérdidas, 15% en Volumen	1013,51	2982,10
- Compost Bruto	5743.23	16898.57
<i>Afino Compost Bruto</i>		
- Compost Bruto	8449.285	16898.57
- Rechazos , 8%	675.94	
- Compost	7773.342	15546.68

Tabla 2.14: Balance de materiales

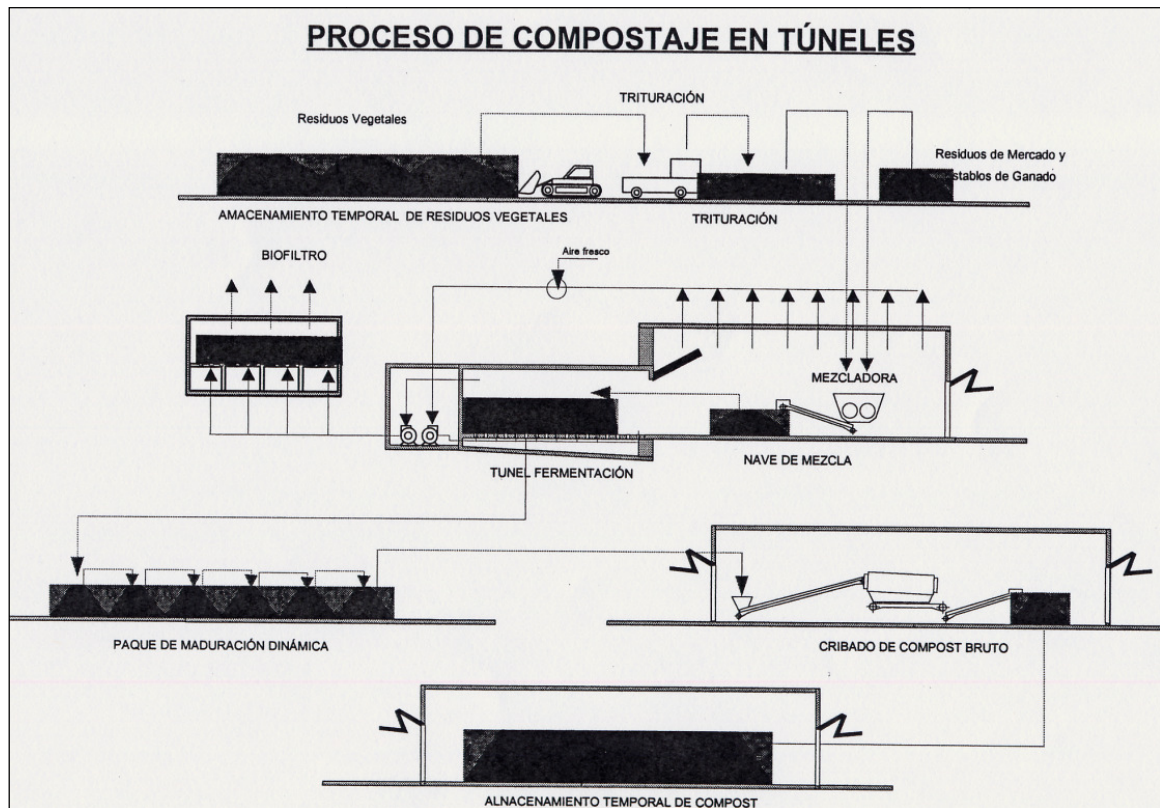


Figura 2.14: Esquema general de la planta de compostaje

2.6.4 Definición básica de planta

Para su mejor descripción e interpretación, la Planta, de acuerdo con los diferentes procesos que se desarrollan, está distribuida en las siguientes áreas funcionales:

- Control-Recepción.
- Almacenamiento de Residuos.
- Trituración-Desfibrado de los residuos Vegetales.
- Fermentación.
- Maduración Dinámica.
- Afino.
- Almacenamiento Temporal del compost.
- Depuración de gases.
- Gestión de Lixiviados.
- Instalaciones auxiliares.
- Infraestructuras complementarias.

2.6.4.1 Control y recepción

Los vehículos que transportan los residuos, una vez identificados, deberán ser sometidos a un control detallado que permita conocer, entre otros, los siguientes aspectos: origen, características de los residuos, fecha de admisión y peso de la carga.

La gestión del flujo de entrada de materia prima a la planta se soluciona a través de un sencillo programa de gestión. Este servicio queda cubierto en el Centro de Control General de las Instalaciones de la planta de compostaje, que da entrada al recinto.

Constará de una caseta, equipada con un sanitario y suficientemente amplia para acoger al guarda de seguridad del recinto, barrera automatizada para dejar paso a los camiones y personal de la empresa. La zona de pesaje no entorpecerá la entrada y salida normal del recinto. Para ello la entrada a la planta constará de un doble carril de entrada, situados cada uno, bordeando un lado de la caseta de recepción. Los camiones pasarán por el carril de la izquierda donde serán sometidos a pesaje, en una báscula de pesaje para cargas de hasta 60000 Kilogramos. Todas las entradas y salidas de camiones quedarán registradas mediante un parte escrito y en soporte informático, por lo que la caseta prefabricada estará equipada con una computadora y su correspondiente mesa y silla.

Los trabajadores, visitas y todo el resto de entradas a salvidad de los camiones, accederán al recinto por el carril de la derecha.

El dispositivo de la barrera será accionado desde el interior de la caseta, y se encontrará 10 metros antes de la caseta.

La caseta será de hormigón prefabricado, de planta rectangular de 4m × 3m, con ventanas orientadas a la entrada del recinto y la puerta de acceso anexa a la zona de pesaje. El baño, de 3 × 1.5, dispondrá de lavabo, sanitario y taquilla para confort del guarda de la empresa.

2.6.4.2 Almacenamiento temporal de residuos

Los Residuos Vegetales, por las actividades que los generan, llegarán a la Planta de forma no regular, incluso con variaciones estacionales importantes. Con el fin de mantener una composición homogénea en la alimentación del proceso a lo largo del tiempo, la Planta dispone de un área de almacenamiento temporal con objeto de acumularlos durante el período de aportación y proceder a un reparto en los meses en que es baja o nula su entrada.

Por la naturaleza de los Residuos Vegetales producidos en siega y conservación de césped, no deben ser almacenados durante un largo período de tiempo, su comportamiento físico-químico en tales circunstancias no favorece su posterior

compostaje, por lo que se considera conveniente un almacenaje no superior a los dos meses si fuera posible. En otro caso, habría de prestarse una atención especial a los parámetros de control de la fermentación, y proceder a variarlos desde la cabina de control de los túneles de fermentación

El cálculo de la superficie necesaria para el almacenamiento de los residuos que llegan a la planta, deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Días de almacenamiento necesarios.
- Cantidades de residuo a almacenar.
- Densidad de cada residuo.

Las dimensiones de la plataforma de almacenamiento temporal debe calcularse en función de los días de almacenamiento medio esperados para las diferentes materias orgánicas que son objeto del proceso de compostaje.

Los días medios de almacenamiento para la gallinaza y siega se basan en los datos que maneja la Planta de Compostaje de C.O.G.E.R.S.A, mayorados en un 20% con objeto de cubrirnos de posibles picos en la llegada de materia prima.

La estimación de los días medios de almacenamiento para los resto de poda presentan la dificultad del alto grado de estacionalidad de la llegada de los mismos.

Fuentes consultadas pertenecientes al sector de mantenimiento de jardines declaran, que si bien durante todo el año se recogen de manera regular restos de poda procedentes principalmente de jardines urbanos, el mes de Marzo concentra el 45% de las recogidas de este tipo de residuo orgánico.

De esta manera nos basaremos en los datos manejados por C.O.G.E.R.S.A, respecto a la siega y la gallinaza. Para los restos de poda, dada su fuerte tendencia a la estacionalidad se habilitará el espacio suficiente para almacenar la cantidad necesaria de la misma para el funcionamiento de la planta durante dos meses. Es necesario destacar que si hubiere algún problema en el suministro de cualquiera de las materias orgánicas a compostar, se procedería a sustituir las mismas por otras sin mayor problema tal y como se ha comentado en apartados anteriores.

Los cálculos de la superficie necesaria para la plataforma de almacenamiento temporal quedan recogidos en la siguiente tabla (Los cálculos obtenidos se basan en el supuesto de que la planta funcionará 5 días a la semana, 260 días de trabajo anuales).

	Tn/año	Tn/día	Días de almacenamiento	Densidad media (Tn/m3)	m ³ necesarios
Restos de poda	1637,5	6,29	60	0,15	2519.23
Siega	1637,5	6,29	5	0,35	89,85
Gallinaza	8275	31,82	4	0,45	282,84
Total	12000	44,4			2891.92

Tabla 2.15: Cálculo de la superficie del área de la zona de almacenamiento temporal

Suponiendo una altura media de almacenamiento de 3 metros la superficie necesaria para el almacenamiento temporal de los residuos orgánico será igual a:

$$S_{recepción} = 2891.92/3 = 963.97.85 \text{ m}^3 \quad (2)$$

La plataforma de almacenamiento temporal estará ubicada en las inmediaciones de la zona de maniobra de los camiones que llegan a la Planta de Compostaje tal y como viene recogido en los Planos de este proyecto.

Cabe destacar que el acopio de gallinaza se procederá según necesidades del proceso, de manera tal que no será recibida generalmente ninguna partida de gallinaza, que no vaya a procesarse en el mismo día. En los cálculos se consideran 4 días de almacenamiento para cubrir posibles eventualidades.

Esto se hace por razones medioambientales, ya que de otra manera sería necesario cubrir la plataforma de recepción, y depurar el aire de la misma hacia los biofiltros aumentando el coste del proyecto y restando versatilidad a la plataforma de almacenamiento. Si fuera necesario almacenar gallinaza fresca por más de un día, se almacena en un recinto de la nave mezcla, dotado de un sistema de extracción de gases hacia un biofiltro, evitando de esta manera la contaminación atmosférica por causa de los gases que desprende la gallinaza fresca.

2.6.4.3 Desfibrado y trituración de los residuos vegetales

Los Residuos Vegetales de carácter leñoso, por sus dimensiones, han de ser sometidos a una operación previa de trituración-desfibrado, acondicionando este tipo de residuos para facilitar su fermentación. Se trata de una operación intermedia entre el machacado y la trituración, se consigue obtener un producto con una mayor superficie de

contacto, más fácil de manipular y de gran homogeneidad. La hierba y césped se someterán a un triturado más ligero para facilitar su mezcla.

Esta etapa del proceso es fundamental para obtener un producto de mezcla con las características adecuadas para conseguir su mejor fermentación y maduración y como consecuencia una mayor calidad del compost.

El producto final obtenido deberá responder con garantía, entre otras, a las siguientes características generales:

- Granulometría adecuada
- Gran homogeneidad
- Máxima superficie potencial de contacto
- Predominio del desgarro sobre la trituración
- Fácil de mezclar con el resto de residuos que llegan a la instalación

El proceso de triturado-desfibrado, previo a la fase de mezcla de residuos, se encuentra totalmente automatizado mediante la utilización de una trituradora.

La carga del equipo triturador-desfibrador se realizará por medio de una pala. Esta operación, por la capacidad del equipo utilizado y la demanda puntual en la carga de cada túnel, se desarrollará y ajustará con la conveniencia necesaria que permitan el resto de actividades que conlleva la explotación. El desfibrado se efectuará en la nave de mezcla, en serie a la máquina mezcladora y en orden a la secuencia lógica del proceso.

2.6.4.4 Mezcla de residuos vegetales y ganaderos

Con esta operación conseguimos un producto, mezcla de los diferentes residuos, en las proporciones adecuadas, 70% gallinaza y 30% residuo vegetal (mitad de hierba y mitad restos de poda), que garantice una fermentación adecuada.

La alimentación de los diferentes tipos de residuos, se realiza sobre la tolva de un equipo específico, mezcladora, con la capacidad, diseño y dimensiones adecuados para el mejor desarrollo de la operación. La carga se realiza por medio de una pala cargadora, dotada de su correspondiente cuchara.

El equipo de mezcla dispone de los elementos mecánicos necesarios para someter la masa, desde su alimentación, a un avance longitudinal hasta el punto de descarga. Con ello se consigue obtener una mezcla muy homogénea, de fácil manipulación, en las proporciones y con las características idóneas necesarias para el desarrollo de la siguiente etapa del proceso, la fermentación.

Tradicionalmente se empleaba en las plantas de compostaje de residuos ganaderos un mezclado manual. Este proyecto apuesta por la utilización de un equipo

específico para el proceso de mezcla, que posibilite la obtención de una mezcla estándar que pueda ser sometida a patrones de calidad.

Una nave cerrada, albergará tanto el equipo de mezclado como el área de almacenamiento de la mezcla hasta la carga del túnel correspondiente, así como a la máquina trituradora-desfibradora. Dispone del espacio suficiente para que el equipo encargado de la carga/descarga de los túneles de fermentación, pala cargadora, efectúe dicha operación. Esta nave tiene unas dimensiones de 17 × 27 m y una altura libre de 6 m. Como se comprobará posteriormente la anchura de 27 metros es la adecuada para efectuar el proceso de carga de túneles desde la misma nave de mezcla.

El troje de mezcla, destinado a los túneles de fermentación se calcula de la siguiente forma, considerando 260 días laborables.

$$(11550 \text{ Tn} / \text{año}) / (260 \text{ días} / \text{año}) = 44.42 \text{ Tn/día} \quad (3)$$

Con una densidad de la mezcla de 0,39 t/ m³ son necesarios:

$$(44.42 \text{ Tn} / \text{día}) / (0.39 \text{ Tn} / \text{m}^3) = 113.89 \text{ m}^3/\text{día} \quad (4)$$

Considerando que la mezcla se realiza 3 veces al día, se necesitan aproximadamente 38 m³ de mezcla, que se consigue con un troje de las siguientes dimensiones: 5 m. de ancho x 3 m. de profundidad x 2.5 m. de altura.

2.6.4.5 Área de fermentación en túneles

Es la primera etapa de descomposición de la materia orgánica, y para su mejor desarrollo deberá realizarse manteniendo la masa en condiciones adecuadas. Los factores que más directamente intervienen en el proceso de fermentación son los siguientes:

- Relación carbono/nitrógeno contenidos en el producto (C/N).
- Granulometría.
- Superficie de contacto.
- Grado de aireación; disponibilidad del oxígeno necesario para el desarrollo del proceso.

- Grado de humedad.
- Temperatura.

De entre las diferentes opciones disponibles, para realizar una correcta descomposición de la materia orgánica o fermentación, se ha seleccionado para esta planta de compostaje, tal y como se dijo con anterioridad, el Sistema de Túneles. Este sistema permite un control adecuado de todos aquellos parámetros que intervienen en la fermentación, en particular del contenido en O_2 y de la temperatura de la masa a fermentar.

Por medio de un conjunto de elementos auxiliares, desde un centro de control automatizado se puede intervenir sobre cualquiera de los parámetros fundamentales que intervienen en el proceso de fermentación. A saber:

- Flujo de aire que penetra sobre la base del túnel.
- Extracción de gases resultantes del proceso.
- Humidificación de la masa en fermentación.
- Control del contenido en O_2 y temperatura.
- Extracción de los lixiviados producidos por la descomposición de la materia orgánica y recirculación de los mismos desde un depósito cuando fuere necesario.

Además, el sistema se complementa con las instalaciones auxiliares necesarias para la limpieza de gases y lixiviados.

El diseño, sección rectangular, y sus dimensiones permiten el fácil acceso para la carga y descarga del producto a fermentar. Además, en su interior los túneles disponen de los medios necesarios para poder conocer, durante el tiempo que dura la fase de fermentación, las condiciones en que se desarrolla el proceso, compararlas con las definidas como óptimas, y así poder intervenir en todo momento en caso de que alguno de los parámetros básicos no se ajuste a los valores preestablecidos.

El tiempo de residencia previsto para el desarrollo de esta etapa de fermentación es de 14 días (2 semanas)

Se alimenta la mezcla mediante pala cargadora que distribuye la mezcla conseguida mediante mezcladora, llenando los túneles hasta la altura de diseño. Los túneles se ubicarán pegados a la parte inferior de la nave de mezclado, empotrados en la misma, de manera que su apertura, se realizará desde la nave de mezclado, para optimizar el flujo de operaciones en la planta.

Los lixiviados producidos se recogen en una red que los transporta al depósito situado bajo las cámaras de aireación. Dicho lixiviado es reutilizado para el control de la humedad del producto, tanto de los túneles como de la nave de maduración.

La materia fermentable permanecerá en los túneles durante catorce días naturales (2 semanas) para que el proceso de fermentación se realice correctamente.

El proceso de llenado de los túneles y proceso de fermentación se complementa con una red de ventilación, humidificación, sondas y controles para crear una atmósfera artificial óptima para el correcto funcionamiento del sistema y que permitirá un mayor y más rápido desarrollo de la fermentación aerobia de la fracción fermentable de los residuos.

A continuación se procede al correcto dimensionamiento de los túneles de fermentación:

Residuos a tratar	Tn/año	Densidad(Tn/m3)	m³/año
Hierba de siega	1637,5	0,35	4678,57
Restos de poda	1637,5	0,15	10916,66
Gallinaza	8275	0,45	18388,88
TOTAL	11550		33984,11

Tabla 2.16: Datos de partida para dimensionamiento de túneles

En la mezcla se produce una reducción en volumen del 10% en volumen. Así tenemos 30585.689 m³/año, lo que equivale a 588.16m³/semana, tal y como se muestra ha mostrado anteriormente.

De este modo, la densidad de la mezcla será:

$$\rho = (12000 \text{ Tn/año}) / (30585.689 \text{ m}^3/\text{año}) = 0.392 \text{ Tn/m}^3 \quad (5)$$

En cuanto a la altura máxima de llenado, se ha optado por una altura máxima de 3 metros, considerando una carga máxima de 1,55 Tn/m² de superficie de túnel ocupada.

Por otra parte, una altura de llenado de 3m., pues se ha constatado eficiente por la experiencia en plantas de compostaje que utilizan el mismo sistema.

En cuanto al sistema de descarga o vaciado de túneles, se descarta la solución "más tecnificada" consistente en fondo o piso móvil por los inconvenientes que esto acarrearía en cuanto a mantenimiento (averías, limpieza, atascos, corrosiones y desgastes, etc.), unido además, a un muy elevado coste de inversión.

La solución propuesta es el vaciado con pala cargadora, sistema que en la práctica y a largo plazo resulta ser más eficaz, de más fácil mantenimiento y de menor coste de inversión inicial, pues la pala cargadora es necesaria en la intervención de otras fases del proceso.

Se elige una anchura de túnel de 5 metros, para facilitar el sistema de llenado y vaciado de los túneles mediante el sistema de pala cargadora. El acceso de los túneles de fermentación desde la nave de fermentación, agiliza enormemente el proceso.

Una vez fijadas la anchura y la altura de llenado de los túneles, la longitud de los mismos, y en último término, el número necesario de túneles, queda determinada por el volumen máximo de materia a fermentar. Evidentemente, el número de túneles dependerá de la longitud por la que se opte para cada unidad. Para hacer una primera valoración de la longitud necesaria, se procederá a calcular la longitud necesaria para compostar toda la materia orgánica en un único túnel, teniendo en cuenta los siguientes condicionantes:

- Producción máxima de material a compostar: 30585.689 m³/año
- Número de días de funcionamiento anual de la planta: 260 días/año
- Período de permanencia del material en túneles: 14 días (2 semanas)
- Tiempo de carga y descarga de túnel: Media semana
- Número de cargas al año: $52/(2+0.5) = 21/\text{año}$
- Sección del túnel: 5×3 m²
- Altura útil de llenado: 3m

Así pues:

$$(30585.689 \text{ m}^3/\text{año}) / (21 \text{ cargas/año}) = 1456.46 \text{ m}^3/\text{carga} \quad (6)$$

$$(1456.46 \text{ m}^3/\text{carga}) / 15\text{m}^2 = 97.09 \text{ m Longitud} \quad (7)$$

En la práctica se opta por una longitud máxima sin perder prestaciones de operatividad. Un túnel en torno a 20 metros de longitud, se considera óptimo, pues permite realizar con operatividad y en un plazo de media semana el llenado del túnel. Si queremos túneles en torno a 20 metros de longitud necesitaríamos el siguiente número de túneles:

$$\text{Número de túneles} = 97.09/20 = 4.85 \approx 5 \text{ Túneles} \quad (8)$$

Como vemos 5 túneles, optimiza tanto la necesidad de capacidad (4.85 se ajusta casi a 5) con la operatividad del proceso de carga..

Otra razón de escoger túneles de 20 metros es puramente económica. Una longitud menor exige mayor número de túneles, lo cual encarece la planta, pues cada túnel cuenta con un proceso de automatización que encarece mucho la construcción de cada nueva unidad. Una longitud mayor de 20 metros resta operatividad al proceso de carga y descarga del túnel, y flexibilidad a la planta al reducir el número de túneles en la planta, presentando una mayor vulnerabilidad en pérdidas de producción por mor de posibles averías o paradas de mantenimiento.

No debemos olvidar, que la altura de llenado se fijó en 3 metros, por dos razones principalmente:

1. Mejora las operaciones de carga y descarga.
2. Obtención de un compost de gran calidad. A mayor altura de llenado, la aireación es más problemática.

Sin embargo, se podría llenar hasta una altura de 4 metros los túneles, sin producirse una merma importante en las cualidades del compost, ampliando considerablemente la capacidad de la planta. Estos cálculos se presentan a continuación:

$$5 \text{ túneles} \times (4 \times 5) \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 21 \text{ cargas/año} = 42000 \text{ m}^3/\text{año} \quad (9)$$

El aumento de la altura de 3 a 4 metros supondría un aumento del 33% de la capacidad de los túneles de fermentación y por tanto de la capacidad de la planta.

La capacidad de la planta con altura de llenado a 4 m. será de:

$$11550 + 1/3 \times 11550 = 15400 \text{ Tn/año} \quad (10)$$

De esta manera queda claro la versatilidad de la planta, con la posibilidad inmediata de tratar hasta 16000Tn/año con mínima o nula pérdida de calidad en el producto final. Además el Sistema de Fermentación en Túneles permite la incorporación de nuevas unidades de fermentación al situarse exteriormente y no verse condicionados por limitaciones de espacio.

Con tres nuevos túneles lograríamos tratar un aumento del 60% en la capacidad de la planta, pudiendo tratar:

$$11550 + 11550 \times 0.6 = 18480 \text{ Tn/año} \quad (11)$$

A continuación se presenta una tabla con la capacidad de la planta, según diferentes escenarios planteados:

	Altura de llenado de 3m	Altura de llenado de 4m	Construcción de 3 nuevos túneles
% Aumento en la capacidad		33%	60%
Capacidad	11550Tn	15400Tn	18480Tn

Tabla 2.17: Capacidad de la planta en diferentes escenarios

A continuación se muestra la secuencia de llenado y posterior residencia de la materia a compostar en los 5 túneles de fermentación teniendo en cuenta lo siguiente:

- El tiempo de llenado de cada túnel es de media semana.
- El tiempo de residencia en los túneles de fermentación es de 2 semanas.

Túnel 1														
Túnel 2														
Túnel 3														
Túnel 4														
Túnel 5														

2.6.4.6 Área de maduración Dinámica

El producto obtenido en la etapa de fermentación precisa para alcanzar el grado de estabilización necesaria, ser sometido a una etapa de maduración.

Con esta etapa del proceso se pretende conseguir estabilizar el producto en las mejores condiciones, para conseguir un compost final de gran calidad y biológicamente estable.

Por medio de volteos sucesivos, uno por semana, logramos uniformar el gradiente de temperatura y el contenido de oxígeno en la masa, logrando un proceso de maduración óptimo.

El compost inmaduro procedente del vaciado de los túneles de fermentación, se dispone en el área de maduración dinámica, en forma de parvas (pilas) de sección transversal trapezoidal de 11.25 m² de superficie, que se logra mediante el ajuste adecuado de la volteadora, encargada de someter las parvas a volteos con desplazamiento lateral.

El cálculo de la superficie necesaria para el parque de maduración se basa en los siguientes datos:

- 19880.68 m³/año de compost inmaduro.
- Ancho de base mayor de sección trapezoidal, (a) de 6.5 metros; a=6.5.
- Ancho de base menor de sección trapezoidal, (b) de 2.5 metros; b=2.5.
- Altura de la parva (h) de 2.5 metros; h=2.5 metros.
- 45 grados de inclinación de cada parva.
- 54 semanas laborables al año.

El área de la sección transversal de cada parva, es el área de un trapecioide de las medidas reseñadas anteriormente. Se calcula previamente la longitud del parque necesaria para madurar el compost en una única parva:

$$19880.68 \text{ m}^3/\text{año} \times 1 \text{ año} / 54 \text{ semanas} \times 20 \text{ semanas/parva} = 7363.21 \text{ m}^3 \quad (12)$$

$$7363.21 \text{ m}^3 \text{ necesarios} / 11.5 \text{ m}^2 \text{ de sección} = 640.27 \text{ metros de longitud} \quad (13)$$

Se apuesta por la formación de 7 parvas por lo que la longitud del parque de maduración será el siguiente:

$$\text{Longitud necesaria, } L = 640.27 / 7 = 91.468 \text{ metros/ parva} \quad (14)$$

Se construirá una nave de maduración, a fin de proteger el proceso de maduración de la lluvia, y lograr un compost final de gran calidad. En climas secos, se apuesta por una maduración al aire, pero debido a lo lluvioso del clima en Asturias se precisa la construcción de una nave para el proceso de maduración.

Debe tenerse en cuenta que además de los 91.46 metros de longitud, debe sumarse un espacio adicional que permita maniobrar a la volteadora. El espacio necesario es de unos 10 metros de longitud, a los que se sumará 22 metros para facilitar espacio de maduración en caso de futuras ampliaciones que permiten alojar otros 4000 m³/ año de compost inmaduro, que equivalen a 6000 Tn/año adicionales de materia orgánica y un 20% de incremento en la producción sin tener que habilitar un nuevo espacio para la maduración.

La anchura de cada parva es de 6.5 metros, a lo que sumamos 0.5 metros de pasillo entre las parvas, necesarios para el paso de la volteadora.

Así pues la longitud total de la nave es de 124 metros y la anchura de 49.5 metros. La altura libre de la nave será de 6 metros.

La plataforma de maduración está bordeada de los correspondientes viales para permitir la circulación de los equipos y las extracciones del producto de forma fácil.

2.6.4.7 Afino del producto madurado

Una vez terminada la etapa de maduración, el compost obtenido presenta una granulometría variable, ya que probablemente algunos componentes de los residuos que han entrado en la fermentación inicial no han podido degradarse en su totalidad. Para separar estos materiales y dotar al compost final de una granulometría adecuada con vistas a su comercialización, se realizará una etapa de afino.

El afino consistirá en una clasificación de componentes realizada por cribado selectivo, para obtener una selección granulométrica que permita adaptarse a las exigencias de calidad del compost comerciable. De este cribado se obtendrán dos fracciones principales, una formada por los materiales tamizados (hundido del cribado) y otra los rechazos (no tamizados).

La fracción tamizada será la destinada a la comercialización y su granulometría dependerá del tipo de malla utilizada en el cribado, que a su vez dependerá de la exigida por el mercado. En principio se aplicarán alternativamente las mallas de 10 y 25 mm, con las cuales la fracción menor de 10 mm será la de compost fino, la comprendida entre 10 y 25 mm la de fracción gruesa y la mayor de 25 mm de rechazo a recircular a fermentación primaria o a depósito en los contenedores de rechazo. Todo ello en función de la granulometría del compost que demande el mercado.

La fracción de rechazo comprenderá los materiales que no han pasado a través del tamiz superior de la criba por su mayor tamaño y estará formada en su mayoría por materiales que no han sufrido una reducción suficiente durante la fermentación, pero que conservan parcialmente sus características originales y además llevarán una inoculación

de microorganismos procedentes del proceso fermentativo. Esto los hace especialmente interesantes para su reincorporación hacia el proceso de fermentación primaria, ya que llevan consigo una semilla biológica que contribuirá a la aceleración inicial de este proceso, a la vez que una nueva etapa de fermentación los irá reduciendo de tamaño hasta que finalmente puedan incorporarse en su mayoría a la fracción tamizada del compost final. Esta fracción, que será generalmente muy pequeña, podrá ir acompañada en algún momento por materiales inorgánicos procedentes de la manipulación de los residuos originales, como plásticos, los cuales constituirán realmente un rechazo y serán eliminados selectivamente en la medida de lo posible del resto de materiales susceptibles de nueva incorporación, tal como se indicó anteriormente.

El afino se realizará por cribado con un equipo móvil específico denominado trommel o cribadora, formado por un tambor de cribado con tamiz intercambiable alimentado a través de una tolva receptora, disponiendo de una doble salida con cintas para el material seleccionado y el rechazado. El equipo de cribado será alimentado con el compost en bruto procedente de la maduración por medio de la pala cargadora y por su movilidad será maniobrado hasta la posición operativa más adecuada en todo momento.

Para el afino se dispondrá de una plataforma con dimensiones suficientes para situar el equipo de cribado y permitir la maniobrabilidad que la pala cargadora demanda para la carga del equipo de cribado y recogida de las dos fracciones obtenidas.

El proceso de cribado se realizará en la nave de almacenamiento de compost, en la entrada de la misma, por su proximidad al parque de maduración. Seguidamente se procederá al almacenamiento de la fracción pasante del cribado (hundido del trommel), para su posterior ensacado, en la misma nave de almacenamiento de compost. El layout, o disposición en planta de la nave de almacenamiento queda reflejado en los planos que se adjuntan. Se apuesta por una única nave para minimizar costes y respetar la secuencia lógica del proceso,

Afino $\Rightarrow$ Almacenamiento $\Rightarrow$ Ensacado.

Debe tomarse no obstante, las medidas necesarias para evitar la mezcla de la fracción no hundida en el trommel, con la fracción ya almacenada para su posterior ensacado. Para ello la nave de almacenamiento, contará con un cerramiento parcial que separa la zona de almacenamiento de compost, del resto de procesos que tienen lugar en la nave de almacenamiento.

Asimismo la fracción de rechazo destinada a recirculación no se acumulará más de un día debiendo ser retirada al final de cada jornada con destino a los túneles de fermentación. La fracción no reciclable se depositará inmediatamente en un contenedor hasta su recogida por un transportista autorizado y posterior confinamiento en vertedero.

2.6.4.8 Almacenamiento de compost

Según el balance de masa presentado anteriormente, será necesario almacenar 15546.68 m³/año, precisando la superficie de almacenamiento necesario para alojar el compost producido un tiempo máximo de 15 semanas. Se elige 15 semanas, por ser el tiempo preciso por el mercado del compost y el propio funcionamiento de una planta de estas características. La mayoría de las plantas de nuestro país apuestan por un tiempo entre 12 y 16 semanas.

El cálculo de la superficie necesario se presenta en la siguiente tabla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Datos básicos de almacenamiento	
Semanas funcionamiento de planta	52 semanas/año
Densidad de compost afinado	0.5 tn/m ³
Toneladas enviadas a almacenar	7773,34 tn/año
Tiempo total almacenaje	15 semanas
Altura de la parva	3m
Pendiente de la parva	45 grados
Ancho de meseta parva	18m
Base de la parva	26m
Volúmenes y superficies	
Volumen entrada anual	15546,68 m ³ /año
Volumen entrada diario	42.59 m ³ /día
Sección de parva	66 m ²
Volumen almacenado	4445,86 m ³
Longitud de parva	63,41 m
Superficie necesaria	1648,89 m ²

Tabla 2.18: Cálculo de superficie necesaria de almacenamiento

El área de sección transversal de la parva, se calcula teniendo en cuenta la forma trapezoidal de la misma:

- Base mayor o ancho de parva, (a); a= 26 metros.
- Base menor o ancho de meseta de parva, (b); b= 18 metros.
- Altura de parva, (h); h=3.
- La pendiente de parva es de 45 grados.

Se apuesta por una única parva. La superficie necesaria es de 1648,89 m², y estará ubicada en la misma nave, a partir de ahora nave de almacenamiento, donde se efectuarán las labores de afino y ensacado. La nave de almacenamiento cuenta con un cerramiento a lo largo de todo el recinto de almacenamiento. El proceso de cribado y ensacado se realizan en la zona de la nave sin cerramiento.

2.6.4.9 Área de ensacado

El compost puede venderse a granel o ensacado. En un principio el compost se vendía exclusivamente a granel en grandes cantidades a ayuntamientos y empresas de jardinería principalmente, quienes se encargan de fletar el correspondiente camión hasta la planta, y recoger la cantidad de compost deseada.

Sin embargo, actualmente existe una demanda creciente de consumidores domésticos, tiendas especializadas y agricultores, que precisan de un producto ensacado por comodidad. Los consumidores domésticos podrán adquirir el producto en la misma planta, sin ningún límite mínimo de compra. Asimismo también se permitirá la venta a granel para los clientes que así lo deseen, encargándose ellos mismos del transporte de la mercancía.

Así pues, en la nave de almacenamiento, se dispondrá de una zona de ensacado con máquina ensacadora, con objeto de presentar el compost en sacos de 80, 50, 20 y 2-3 litros respectivamente cubriendo así todo el espectro de posibles clientes.

Los requisitos técnicos que debe cumplir la máquina ensacadora se recogen posteriormente. Debe poseer una cadencia de al menos 10 sacos de 80 Kg por minuto.

Con ello se consigue sobradamente dar respuesta a las necesidades de ensacado en cualquier circunstancia.

La zona de ensacado, se ubicará en la nave de almacenamiento, colindando con la zona de almacenamiento de compost. La nave de almacenamiento, acogerá tres zonas diferenciadas:

- Área de cribado.
- Área de almacenamiento de compost.
- Área de ensacado.

La nave de almacenamiento será de 88 metros de longitud y 30 metros de anchura, cuyo layout o disposición en planta quedan reflejados en los planos de la presente memoria. La zona de afino y ensacado, se encuentran en línea, en la cara sur de la nave y sin cerramiento, pues es un proceso que genera residuos de rechazo y susceptibles de ensuciarse con rapidez. La zona de almacenaje, se cierra totalmente,

separándola de la zona de ensacado y afino, en orden a mantener el compost en un lugar fresco y limpio.

Dimensiones de la nave	Teóricas	Calles	Total
<i>Largo (m)</i>	87	0	60
<i>Ancho (m)</i>	27	0	27
<i>Alto (m)</i>	6		6
Superficie (m ²)			2349

Tabla 2.19: Dimensiones de la nave de almacenamiento

2.6.4.10 Gestión de aguas y lixiviados

Globalmente la planta recoge aguas pluviales y lixiviados de forma diferenciada, y los reutiliza adecuadamente en aquellos puntos que no provocan situaciones medioambientales indeseables. Para ello se ha dispuesto una red lo más segregada posible.

En las diferentes etapas de la oxidación aerobia, hay una pérdida de volumen en la materia compostada manifestada en la generación de lixiviados potencialmente contaminantes por su alto contenido orgánico.

Sin embargo el proceso global es deficitario en agua y no sólo los lixiviados deben ser recirculados nuevamente sobre la masa en fermentación, sino que además, es necesario aportar ciertas cantidades de agua.

Los lixiviados procedentes de cada túnel de fermentación son recogidos en una arqueta y conducidos hasta otra general a la que también llega el agua procedente de la humectación del material bioactivo del biofiltro. Desde la arqueta general, el conjunto se dirige al depósito cisterna de lixiviados, situado enterrado, en la galería de servicios.

Se estima una generación de lixiviados de 100 litros por cada tonelada de entrada a planta. Así, en un año:

$$\text{Volumen} = 100 \text{ l/tn} \times 12.000 \text{ tn/año} = 1.200 \text{ m}^3/\text{año} \quad (15)$$

Se dimensionará el depósito para un mes de capacidad:

$$\text{Volumen depósito} = 1200/12 = 100\text{m}^3$$

(16)

Se dispondrá de un depósito fabricado en hormigón cuyas paredes serán obligatoriamente impermeabilizadas con polietileno de alta densidad.

Un grupo motobomba situado en la galería de servicios, permite impulsar nuevamente los lixiviados a los túneles de fermentación, cuando sea preciso. El proceso se encuentra totalmente automatizado y controlado a través de una computadora o cuadro de mandos. En su camino se encuentra un filtro que permite la eliminación de las partículas que pudieran contener, evitando así la obturación de las boquillas de riego de los túneles de fermentación.

El filtro dispondrá de un circuito para su limpieza formado por un sistema de contralavado con agua procedente de la red. El inicio del contralavado se determina por un sistema temporizado y por un presostato de presión diferencial. El agua resultante del contralavado es devuelta al depósito cisterna de lixiviados.

El riego de la masa en fermentación se puede realizar de dos maneras:

1. Por medio de la recirculación de lixiviados, desde el depósito de lixiviados.
2. Por medio de agua limpia, desde la red de abastecimiento general.

En condiciones normales, el riego se realiza con lixiviados, por medio de válvulas de asiento con pilotaje neumático gobernadas por el programa de control. De todas formas, al final de cada operación de riego con lixiviados se efectúa otra, durante cierto tiempo, con agua limpia, por estar indicada en la conservación de los equipos hidráulicos.

Además del depósito encargado de recoger y/o recircular los lixiviados procedentes de los túneles de fermentación, se proyecta una balsa para la recogida de los lixiviados procedentes de la plataforma de maduración.

La materia orgánica procedente de los túneles de fermentación no presentan gran necesidad de agua ni generan una gran cantidad de lixiviados

La balsa de lixiviados, se construirá a continuación del biofiltro, en un lateral de la plataforma de maduración, de forma rectangular de 22.5×12 metros de planta y 1 metro de profundidad.

La balsa de lixiviados estará conectada con el depósito cisterna para conseguir una mayor flexibilidad en la gestión de los lixiviados de la planta. La balsa es capaz de alojar 540 m^3 de lixiviados, casi el 25% de los generados en un año. En caso de encontrarse el depósito cisterna vacío y ante la eventual necesidad de lixiviados en los túneles de fermentación, podrán utilizarse los lixiviados de la balsa sin necesidad de

acudir a agua limpia procedente de la red, pues en general la humectación de la materia orgánica de los túneles con lixiviados es beneficiosa para la obtención de un compost de mayor calidad. Observar que si bien se ha dicho que la fermentación en túneles suele ser deficitario según varios expertos, la realidad es que depende mucho de la naturaleza de la materia a compostar, e incluso de factores tales como la dieta de los animales, el clima, los residuos vegetales a utilizar en la mezcla, etc. Lo cierto es que en la mayoría de las ocasiones va existir un flujo neto de lixiviados en el depósito de lixiviados, que deberá ser regularmente recogido por una empresa de residuos autorizada en el tratamiento de lixiviados de naturaleza orgánica.

Así pues, los lixiviados procedentes de los túneles de fermentación serán confinados en el depósito de lixiviados con fin a su recirculación en los túneles. Si existiese necesidad de recirculación en los túneles y el depósito de lixiviados se encontrara sin recursos, se procedería a utilizar lixiviados de la balsa. Si la balsa estuviera vacía se procedería con agua de red.

Cuando sea necesario humedecer el compost en estado de maduración, se efectuará siempre con agua limpia de red, mediante riego directo con manguera o a través del sistema de riego de la volteadora.

2.6.4.11 Depuración de olores y biofiltro

Uno de los objetivos básicos que ha de cumplir la instalación es la ausencia de olores molestos en los alrededores.

En condiciones normales de funcionamiento, los gases extraídos de los túneles están constituidos mayoritariamente por compuestos de fermentación aerobia, aunque, también pueden aparecer compuestos procedentes de fermentaciones anaerobias, responsables de olores repugnantes (CH_4 , SH_2 , mercaptanos, etc.). La presencia o no de estos compuestos puede deberse a:

- Bajas relaciones de C/N, apreciándose un desprendimiento de amoníaco.
- Pobre control de la temperatura, pudiendo llegar el compost a pirolizarse.
- Falta de oxígeno, simplemente por la necesidad de inyectar más aire, o bien por una humedad excesiva que no permite el paso del mismo a través del material, o favorece la creación de caminos preferenciales.

Hay muchas instalaciones capaces de eliminar malos olores tales como torres de absorción, torres rociadores, filtros de carbón activo, filtros biológicos, filtros de compost, e incluso se utilizan en ocasiones agentes y enzimas para romper las cadenas de algunos compuestos orgánicos olorosos.

La solución adoptada para la eliminación de los malos olores en esta planta de compostaje, es la depuración mediante biofiltro. Debe tenerse en cuenta que los gases procedentes de los túneles de fermentación, presenta polvo y amoníaco, imposibilitando su paso directo a través del biofiltro sin ser previamente acondicionados. El acondicionamiento se realiza mediante un scrubber con un humidificador en el frente del mismo, que además de separar el polvo, permite eliminar el amoníaco y disminuir la temperatura.

En los apartados siguientes se evalúan y calculan los caudales necesarios de inyección a los túneles y de extracción de las diferentes naves y finalmente se dimensiona el lavador o scrubber y el biofiltro.

2.6.4.11.1 Ventiladores de los túneles

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 25 m³/h por cada m³ de materia a compostar que entra en el túnel. Para el cálculo del caudal nominal del ventilador de cada túnel nos basamos en los siguientes datos:

- Volumen anual a tratar en los túneles 30585,66 m³/año
- Número de túneles 5 unidades
- Número de cargas al año 21cargas/año
- Ratio máximo de ventilación 25 m³/h/ m³ de materia a compostar

Así pues el volumen de materia orgánica (V) a compostar por cada túnel, en cada carga será igual a:

$$V = 30585.66/5/21 = 291.29 \text{ m}^3/\text{carga} \quad (17)$$

Así pues el caudal nominal máximo (Q), que debe satisfacer el ventilador a instalar en cada túnel es igual a:

$$Q = 291.29 \text{ m}^3/\text{carga} \times 25 \text{ m}^3/\text{h}/ \text{m}^3 \text{ a compostar} = 7282.3 \text{ m}^3/\text{h} \quad (18)$$

Cada túnel dispone de su propio ventilador construido en acero galvanizado, el cual, está montado justo encima del plenum que facilita la impulsión y evita pérdidas de carga innecesarias. El plenum distribuye el aire por el fondo del túnel para que pueda atravesar las losas perforadas y se reparta de forma homogénea en la masa a fermentar.

Después de atravesar la masa, aire y gases salen de los túneles a través de una abertura circular situada en las paredes de cada túnel, tal y como muestran los Planos de este Proyecto. Un colector de sección variable, construido en acero inoxidable, aspira de todas ellas y las envía a la etapa de tratamiento de gases y olores.

2.6.4.11.2 Aspiración de la nave de mezcla

Se proyecta la instalación de un sistema de extracción de gases hacia biofiltro en dos zonas diferenciadas de la nave de mezcla; máquina mezcladora y zona de almacenamiento de gallinaza.

Ventilador extracción máquina mezcladora

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 5 m³/h por cada m³ de gallinaza fresca que entra en la máquina mezcladora. Así, el caudal de extracción necesario se calcula como sigue:

$$8\text{ m} \times 7\text{ m} \times 5\text{ m} \times 5\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3 = 1400\text{ m}^3/\text{h} \quad (19)$$

Así pues debe instalarse un ventilador con capacidad de extracción de 1500 m³/h.

El ventilador se construirá en acero galvanizado.

Ventilador extracción almacenamiento de gallinaza

Para el cálculo de la instalación se ha considerado un ratio máximo de 5 m³/h por cada m³ de gallinaza fresca almacenada en la nave de mezcla. Así, el caudal de extracción necesario se calcula como sigue:

$$8.75\text{ m} \times 22\text{ m} \times 5\text{ m} \times 5\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3 = 4812\text{ m}^3/\text{h} \quad (20)$$

Así pues debe instalarse un ventilador con capacidad de extracción de 5000 m³/h.

El ventilador se construirá en acero galvanizado.

2.6.4.11.3 Superficie de biofiltros

Se proyectan biofiltros como el mejor sistema y más acreditado, para control de olores en plantas de compostaje. Se dimensionan para un ratio de caudal/m² medio, de 200 m³/hora/m².

El biofiltro debe tratar además de la fracción de gases extraídos de los túneles no destinados a fermentación, el caudal de gases extraído de la nave de mezcla.

Para extraer el aire viciado de los túneles de fermentación se dispone de un grupo de dos ventiladores con capacidad de extracción de 20.000 m³/h.

Por otra parte el caudal máximo de aire de entrada a través del plenum de cada túnel es de 7500 m³/h. A su vez son extraídos un máximo de 6500 m³/h procedentes de la nave de mezcla correspondiente al caso más desfavorable (almacenamiento de gallinaza y funcionamiento del equipo de mezcla simultáneamente).

Teniendo en cuenta que una fracción variable del aire extraído en los túneles de fermentación se recircula y que las capacidades del ventilador de los túneles son máximas de funcionamiento y en la realidad no se extraen más de 5000 m³/h, el biofiltro nunca trataría más del siguiente flujo:

$$5 \text{ túneles} \times 5000 \text{ m}^3/\text{h} + 6500 \text{ m}^3/\text{h} (\text{nave de mezcla}) = 31500 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (21)$$

Así tenemos que se necesita una superficie global mínima de 157.5 m², resultado de la división del caudal de aire nominal, entre el ratio medio por m² de superficie de biofiltro.

Se dispondrá un biofiltro de dimensiones: 16.50 m × 12 m, equivalente a 198 m² superior a las necesidades mínimas previstas.

2.6.5 Equipos y accesorios

2.6.5.1 Báscula puente y control de pesaje

El sistema deberá constar de los siguientes conjuntos:

- Dispositivo receptor de carga.
- Dispositivo transmisor de carga.
- Células de carga.
- Caja sumadora.
- Terminal electrónico con salidas RS.232C.
- Poste con lector de tarjetas, visualizador de peso y alfanumérico para mensajes.
- Lector grabador de tarjetas microchip.
- PC compatible IBM con pantalla de 21", teclado, disco duro de mínimo 100 GB y grabadora-lectora CD-DVD.
- Impresora.
- Interfases y conexiones.
- Programa de gestión.

2.6.5.1.1 Dispositivo receptor de carga

El puente estará constituido por tres módulos independientes, que configuran la longitud total de la báscula. La construcción de los módulos es totalmente metálica a base de perfiles laminados y chapas de acero que conforman el piso de rodadura de los vehículos. Los módulos son compactos y se entregarán totalmente contruidos para su montaje sobre las células de carga.

A lo largo de la parte central de la báscula, se dispone de una tapa de registro, de chapa de acero con la finalidad de proceder en caso de necesidad a la limpieza del foso o de la parte inferior de la misma.

El montaje de los tres módulos que conforman la plataforma de la báscula es totalmente plano sin vigas laterales que sobresalgan, lo que facilita un mejor acceso de los vehículos a la misma, amén de evitar rozaduras y pinchazos en las ruedas.

El puente resultante será de gran solidez y resistencia, evitando flexiones debido a la operación de pesada y por la circulación de vehículos sobre el mismo, dando una gran fiabilidad a la operación de pesaje.

La báscula propiamente dicha se instalará en una solera de hormigón. Esta solera está debidamente reforzada mediante pilares en los puntos de apoyo donde radican los grupos de células de carga.

2.6.5.1.2 Dispositivo transmisor de carga

Está compuesto por seis grupos de célula de carga, cada cual constituido por:

- Una placa de anclaje que fija el sistema a la obra civil.
- Una placa base que fija la célula de carga a la placa de anclaje.
- Un soporte a bolas. A través de un mecanismo de rótulas y bolas, transmite el esfuerzo a la célula de carga, produciendo un efecto autocentrante y evitando las cargas laterales y transversales sobre las células de carga.

2.6.5.1.3 Células de carga

La báscula constará de 6 células de carga repartidas en el contorno de la plataforma, encargadas de transformar los esfuerzos mecánicos originados por la carga depositada en la plataforma, a una señal eléctrica de bajo voltaje, que será llevada al terminal electrónico.

2.6.5.1.4 Caja sumadora condensadora

Es el punto de unión de las ocho células de carga y su misión es compensar las distintas sensibilidades de las mismas. La salida de la caja sumadora va conectada ya al terminal electrónico de pesaje.

2.6.5.1.5 Indicador electrónico

Constará de los siguientes elementos

- Seis dígitos numéricos de 20 mm. de alta luminosidad.
- Pulsador de auto-tara.
- Pulsador de bloqueo de tara.
- Cinco diodos led rojos, indicadores de: centro cero, peso dentro de la zona mínima, peso estable, existencia de tara y tara bloqueada.
- 3.000 divisiones externas.
- 9.000 divisiones internas.
- Microprocesador 78CP 18 (NEC).
- Programación de los parámetros de calibrado mediante tres pulsadores internos.
- Salida RS.232C para conexión a ordenador.
- Rango de temperatura de 0 °C a 40 °C.
- Tensión de funcionamiento: 220Vac + 10%, - 15%, 50 Hz.

2.6.5.1.6 Poste indicador a pie de báscula

Fabricados en chapa de acero de 4 mm. y diseñados para su ubicación a la intemperie, con visera protectora (protección 1P-63/IP65) y dispuestos a una altura accesible al conductor del vehículo, pintado de color amarillo tráfico y protección anticorrosiva.

Estará compuesto de:

- Un visor de peso de seis dígitos de 13 mm de altura y gran luminosidad.
- Un visor alfanumérico de 16 caracteres, de altura 10 mm y visor tecnología FIP para la emisión de los mensajes.
- Una placa electrónica CPU controladora del proceso.

2.6.5.1.7 Lector-grabador de tarjetas microchip

Conectado al ordenador vía RS.232 mediante el cual se procede a introducir los datos en la memoria de la tarjeta y situado al lado del PC de la caseta de recepción.

2.6.5.1.8 Computadora

La computadora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Intel Pentium 4 515 2,93 GHz

- Memoria 512 MB DDR y Disco Duro 160 GB
- Grabadora y Lector DVD Doble Capa
- T. Gráfica ATI X300 PCI Express 128 MB
- USB 2.0 y FireWire
- Teclado ergonómico y Ratón óptico
- Lector Multitarjetas
- Windows XP Home

Asimismo incluirá pantalla TFT de 17 pulgadas o similar.

2.6.5.1.9 Impresora

La impresora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Resolución 4800 x 1200 ppp
- Velocidad 23 ppm negro y 18 color
- Escáner resolución 4800 x 1200 ppp
- Profundidad de color 48 bits
- Lector de tarjetas
- Pictbridge "impresión directa"
- Impresión doble cara manual

2.6.5.1.10 Programa de gestión

Un programa de gestión será habilitado como software del computador personal, para el control de las entradas y salidas a la planta, elaboración de albaranes y facturación. Se prevé que a la Planta de Tratamiento lleguen dos tipos distintos de camiones:

- Camiones no habituales, cuyo acceso a la planta de tratamiento es puntual y no se conozca la tara del camión. Los camiones no habituales, al no conocerse su tara y por tanto, no estar registrada, deberán pesar a la entrada y a la salida de la Planta, y por diferencia de ambos pesos se conocerá la cantidad de residuos introducida en la Planta. A su vez se procedería a registrar la tara del camión en el sistema informático, hasta ese momento desconocida.
- Los camiones habituales, al ser conocida su tara y estar registrada en el sistema informático, sólo deberán pesar a la entrada de la Planta y por diferencia con la tara se calculará el peso de los residuos introducidos en la planta.

A continuación en la tabla de la página siguiente se muestran los datos que deberemos de tener en cuenta.

Tipo	Cantidad / Concepto
Carga máxima	60 toneladas
Dimensiones	Para vehículos de gran tonelaje
Material de la plataforma de pesaje	Metálico anticorrosión
Sistema de pesada	Electrónico
Número de células de carga	6 unidades
Tipos de acceso a las células de carga	Tapa de registro
Impresión de albaranes o recibos	Si
Control externo mediante computadora	Si
Duración del proceso de pesaje	Menor de 45 segundos

Tabla 2.20: Requisitos para la báscula de pesaje

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

2.6.5.2 Trituradora

Las trituradoras, son máquinas desplazables montadas sobre remolque, idóneas para la trituración de desperdicios forestales, vegetales, restos de poda y maderas en general. En las citadas aplicaciones, la trituradora debe proceder a un perfecto desfibrado que minimice los volúmenes iniciales de estos desperdicios y los transforme en un perfecto estructurante para procesos posteriores de compostaje, en el caso de la poda y fracción vegetal.

2.6.5.2.1 Funcionamiento de la trituradora

Carga de material

- La carga de material en la cinta de recepción, se recomienda realizar con una pala cargadora o pulpo.

Entrada de material

- Una cinta articulada de placas metálicas, de velocidad variable, con tolva incorporada, recepciona el material y lo transporta hasta la boca de entrada, donde una cinta superior, regulable automáticamente en altura en función del flujo de material, introduce éste de una forma dosificada en el rotor/triturador, para su desfibrado.

Mecanismo de corte

- En el mecanismo de corte se desfibran todos los materiales introducidos por las cintas. El rotor incorpora martillos, pendientes en su periferia, que pasan por la contracuchilla fijada en el bastidor de la máquina, que trituran el material.
- Detrás del rotor se incorpora una criba, para lograr distintas granulometrías.

Dispositivo automático de sobrecarga

Si se producen sobrecargas por un exceso de material, se pone en marcha un dispositivo automático de emergencia y se paran las cintas transportadoras de entrada, hasta que el motor de accionamiento del rotor vuelve a funcionar libremente. El dispositivo es accionado por unos sensores de carga máxima que incorpora la cinta superior que a su vez, hace retroceder la cinta inferior durante un período de tiempo que puede ajustarse según necesidades.

Salida de material

El mecanismo de corte expulsa el material triturado al suelo, a través de unas tolvas regulables en altura, o a un transportador de salida.

2.6.5.2.2 Datos técnicos requeridos

Las características técnicas requeridas a la trituradora son las recogidas en la siguiente tabla:

Características	Valores
Abertura de entrada	Entre 800 y 900 mm
Longitud de entrada libre	Entre 3500 y 4000 mm
Entrada superior	Transportadora de placas
Entrada inferior	Transportadora de placas
Accionamiento del rotor	Embrague hidráulico
Combustible de alimentación	Gasóleo
Capacidad del depósito	Entre 200 y 300 litros
Dispositivo automatico de sobrecarga	Si
Granulometría de material	Si
Tolva de recepción	mayor de 5 m ³
Apoyo regulable máquina	Si
Control entrada anti-atascos	Si
Rendimiento de entrada	125-175 m ³ /h
Rendimiento de salida	70-100 m ³ /h
Nivel sonoro	Menor de 100 db

Tabla 2.21: Datos técnicos requeridos a la trituradora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

2.6.5.3 Mezcladora

Para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje, es necesario la utilización de un homogeneizador o máquina de mezcla. Con esta máquina, se podrá realizar la homogeneización y mezcla de los residuos orgánicos.

El modelo requerido es un homogeneizador triturador universal móvil y estacionario para preparar la materia orgánica. El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte. En cualquier caso la mezcladora alcanzará un rendimiento máximo de al menos 55 m³/h. Este rendimiento garantiza las necesidades de aprovisionamiento de materia orgánica de los túneles de fermentación, ya que es capaz de tratar 114000 m³ al año (260 días-año, 8 horas-día), y las necesidades de la planta de compostaje son de 31579 m³ año.

El triturado y mezclado es posible gracias a 4 vis-sin-fines, que mantienen el material en un movimiento circular intensivo. Al alimentar mediante una transportadora y una báscula electrónica, es posible una definición exacta de la proporción de mezcla y una automatización del proceso.

También será posible el llenado tradicional de la mezcladora, con pala cargadora mediante la tolva superior de la mezcladora.



Figura 2.15: Foto de máquina mezcladora

A continuación una tabla con los principales datos técnicos y características del equipo de mezcla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Accionamiento	2 electromotores de 75 KW
Rendimiento	Hasta 55 m ³ /h
Capacidad del depósito	Mayor de 15 m ³
Unidad de mezcla	4 vis-sin-fines
Accionamiento unidad de mezcla	Embrague hidráulico
	Tolva ajustable fija
Dimensiones-Diseño de referencia	Longitud total: 6,740 mm
	Ancho total: 2.200 mm
	Altura total: 3.265 mm
	Altura de carga: 2.720 mm
Dimensiones-Funcionamiento	Ancho de carga: 4.000 mm
	Profundidad de carga: 2.710 mm

Tabla 2.22: Requisitos técnicos de la máquina mezcladora

2.6.5.4 Túneles de fermentación

Los Túneles de fermentación constituyen la pieza clave de la planta de compostaje, por ello se expondrá primero una breve descripción de las características generales de los mismos, para a continuación describir detalladamente las especificaciones técnicas de los túneles y el sistema de compostaje desarrollado en ellos.

El compostaje en compotúneles o túneles de fermentación se apoya en una tecnología que permite un control más estricto del proceso:

- Disminución del tiempo de proceso.
- Recogida y reutilización de lixiviados.
- Reducción de malos olores.
- Posibilidad de construcción cerca de núcleos de población.
- Optimización de los espacios.

Los compotúneles son, genéricamente, recintos paralelepípedos herméticos contruidos en hormigón, hecho en obra o de piezas prefabricadas, con una entrada provista de una puerta aislante y cierre estanco, a través de la que se carga y descarga el material a compostar. Su tamaño puede oscilar entre 10 y 40 m de longitud, siendo la comprendida entre 15 y 25 la más acostumbrada, con una anchura y altura de 5 metros.

En nuestro caso serán de 20 m de longitud.

Presentan una gran robustez, acentuada por el hecho de que ninguna de las partes delicadas del sistema está en contacto con el material en descomposición.

El control de parámetros del proceso se realiza por medio de un equipo de sondas que permite conocer en todo momento:

- Temperatura de los gases de entrada.
- Temperatura de los gases de salida.
- Temperatura de la masa en proceso.
- Presión de los circuitos de gases.
- Caudal de gases en movimiento.

Estas medidas son transmitidas a un autómata programable que a su vez envía los datos a un PC configurable que activa los sistemas de variación de las condiciones limitadoras del proceso. Las rectificaciones se realizan actuando sobre los niveles de temperatura, humedad y presencia de gases tanto en las masas como en los flujos de gases.

El banco de datos o historial, que va recogiendo la memoria del computador, aporta valiosa información para el conocimiento y mejora del proceso de compostaje.



Figura 2.16: Fotografía de túnel de compostaje

2.6.5.4.1 Características generales

El suelo perforado especial de bajo mantenimiento permite el llenado y el vaciado rápido. La losa de hormigón armado, con perforaciones cónicas convenientemente distribuidas, permite el paso de maquinaria consiguiendo llenar el túnel inmediatamente después de vaciarlo, sin interrumpir la operatividad, y permitiendo el acceso en caso de necesidad. Cabe destacar que todo el sistema de recirculación de lixiviados y de ventilación se encuentra bajo la loseta de hormigón, no estando en contacto con la materia fermentada.

Los túneles presentan compuertas de succión en la parte superior delantera con el fin de asegurar la entrada uniforme de aire por depresión. Las aberturas, de sección

cuadrada, están protegidas con válvulas de persiana y filtros de mallas. La sencillez de sus mecanismos asegura su eficacia y su duración.

El circuito de gases es muy corto para evitar pérdidas de carga y otros problemas mientras los plenum del túnel y del biofiltro están inmediatamente dispuestos, de forma que el ventilador, colocado entre ambos, nos permite conductos muy cortos, resultando una pérdida de carga total, debida a la instalación, prácticamente nula.

Los ventiladores son de transmisión, de alto rendimiento y gran flexibilidad para operar con una gama amplia de materiales, y están protegidos contra la corrosión. Tienen construcción robusta, alto rendimiento y están diseñados para el trabajo continuo.

Diseñados sobradamente dimensionados y con una curva presión/caudal amplia y flexible, nos permite trabajar desde grandes caudales para materiales porosos y muy energéticos hasta materiales más compactos que precisen elevadas presiones de trabajo. La turbina es de reacción autolimpiante, soportando bien la presencia de partículas.

El sistema automático regula la recirculación de gases, obteniendo un mejor rendimiento del proceso. Por otro lado, el sistema de recirculación permite mejorar el funcionamiento del biofiltro en momentos de demanda de trabajo de filtrado puntualmente altos. Las canalizaciones de la recirculación están ubicadas en la galería de servicio, cuyas especificaciones técnicas se describirán en el siguiente apartado.

El biofiltro de alta eficiencia, es de diseño propio y está ampliamente experimentado. Construido de hormigón, tiene colocadas en su base unas losas perforadas de hormigón armado similares a las del túnel, formando un plenum a sobrepresión que distribuye eficazmente los gases en el biofiltro. El material filtrante está formado por una serie de capas de sustancias activadas (corteza de pino triturada) de diferentes porosidades y probada eficacia

El control del proceso, que activará y desactivará cada uno de los sistemas según esté programado, se lleva a cabo en distintos puntos, cuyo seguimiento se realizará a través de la pantalla del ordenador. Dicho control comprende:

- Control de temperatura y gases, con tres sondas por túnel, en la masa del material. Las tres sondas del túnel indican la temperatura, el nivel de oxígeno y el de anhídrido carbónico real de puntos del interior de la masa. El programa de control nos permiten elegir qué punto utilizar para la regulación del proceso, o bien utilizar la media de dos o más de ellos, quedando las mediciones no utilizadas como referencia para apreciar si hay grandes diferencias entre las distintas zonas del material.

- Medición de temperatura, oxígeno, anhídrido carbónico, amoníaco, caudal y presión en los conductos de gases de aspiración. Esta información es útil para tomar decisiones manuales o del programa respecto a diferentes circunstancias de marcha del proceso, como ventilación, riego, puesta en marcha de la ventilación, etc.
- Medición de la presión en la entrada y salida de gases, para controlar compactación del material, en los túneles y en el biofiltro. Nos indica la presión de trabajo a la entrada y salida del ventilador que es lo mismo que la pérdida de carga en la masa del material del túnel y del biofiltro respectivamente. La primera nos mide el nivel de porosidad del material que hemos introducido en el túnel así como su compactación a través del tiempo de proceso; La segunda es uno de los indicadores del buen funcionamiento del biofiltro ya que si descende en el tiempo puede ser debido a la creación de vías preferentes y si aumenta excesivamente implica su extrema compactación y fin de vida de los materiales que lo componen. En ambos casos el funcionamiento del biofiltro es deficiente y procede la renovación de la película de material activante.
- Medición de la temperatura en biofiltro. Lectura en tres puntos relacionados directamente con las emisiones de gases procedentes de los túneles. Nos da información útil para el control del nivel de actividad biológica del biofiltro.
- Medición de la temperatura ambiente para incidir en el programa de control como referencia de las características del aire fresco de entrada al proceso.
- Regulación de la humedad, en los túneles, con un sistema de atomizadores automáticos. Si bien con unos márgenes un tanto amplios, conviene mantener un nivel de humedad adecuado durante el proceso de descomposición. Pero dependiendo del material y de las condiciones ambientales, puede alcanzarse niveles de humedad demasiado bajos que el sistema automático de riego permite corregir en cierta magnitud ayudado por el aire en aspiración.
- Recogida y reincorporación de los lixiviados. Todos los lixiviados que puedan producirse en los túneles y en el biofiltro son recogidos mediante sistemas de cierre sifónico y trasladados al depósito cisterna de recogida de lixiviados.
- La ventilación está en función de la temperatura, el oxígeno y el anhídrido carbónico. En cada fase del proceso, el programa controla que la temperatura no sobrepase el valor deseado mediante sobreventilación. Pero también ventila en el momento que el nivel de oxígeno en la masa del material cae por debajo del valor preestablecido para evitar el proceso anaeróbico.

El PLC o autómatas, es robusto, compacto y modular, de gran fiabilidad y fácil ampliación. Es un PLC sin mantenimiento, muy experimentado en muchos miles de instalaciones en todo el mundo. Contiene el programa de control, las tablas y registros de datos. Se comunica con dos computadoras periódicamente, pero funciona autónomamente.

Una computadora nos presenta los datos de todas las variables, los valores de consigna y otros datos significativos del proceso al instante. También puede mostrarnos numérica o gráficamente la evolución de la combinación de variables que deseemos visualizar en diferentes escalas y períodos de tiempo.

El programa permite la visualización "on Line" de todas las variables del proceso de forma digital y gráfica en una computadora, además de otras opciones, como el idioma de presentación, la acumulación del historial, etc.

También permite optimizar el rendimiento de los motores, evitando posibles sobrecargas y ajustando el consumo a las tarifas y al factor de potencia más favorables.

De esta forma podemos garantizar un programa de control flexible, configurable y de fácil manejo.

2.6.5.4.2 Especificaciones técnicas

2.6.5.4.2.1 Especificaciones básicas de diseño

Las especificaciones básicas de diseño son las que se recogen en la siguiente tabla:

Especificaciones de diseño	Valores
Altura normal de llenado	3 m
Tamaño de los túneles	20 m x 5 m x 3 m
Número de túneles	5
Carga máxima	1,55 tn/m ²
Capacidad de llenado por túnel	114 tn
Volumen de cada túnel	300 m ³
Duración del período de proceso	2 semanas

Tabla 2.23: Especificaciones de diseño

2.6.5.4.2.2 Especificaciones del sistema de ventilación

Conductos de extracción de aire

En la parte superior trasera de los túneles, se instala un simple conducto de succión, que permite el escape de los gases producidos por la materia orgánica al fermentar, para su posterior tratamiento en biofiltro. Las características de los conductos de descarga se presentan en la tabla que se expone a continuación.

Especificaciones de diseño	Valores
Material	AlMg3
Diámetro	400 mm
Longitud total	20 m

Tabla 2.24: Especificaciones de ventilación de descarga

Rejilla de suministro de aire fresco del exterior:

El suministro de aire exterior, junto con la recirculación es el encargado de asegurar que el contenido en O₂ y la temperatura de la materia fermentada, se encuentra dentro de los valores óptimos. El suministro de aire fresco permite regenerar el aire y subir o bajar la temperatura básicamente. El control del contenido en O₂ se realiza a través del aire recirculado, que penetra a través del perforado de la loseta de hormigón.

Los túneles presentan compuertas de succión en la parte superior delantera con el fin de asegurar la entrada uniforme de aire por depresión. Las aberturas, de sección cuadrada, están protegidas con válvulas de persiana y filtros de mallas. La sencillez de sus mecanismos asegura su eficacia y su duración.

La dimensión de la rejilla de succión, de sección cuadrada, será de 1m × 1m y fabricada en una aleación de AlMg3

Rejilla de extracción de aire:

Se instalará una rejilla de extracción, idéntica a la de succión, en la parte trasera del túnel, a fin de extraer los gases del túnel con dirección al biofiltro. Así pues, la dimensión de la rejilla de succión, de sección cuadrada, será de 1m × 1m y fabricada en una aleación de AlMg3.

Grupo de ventilación del túnel:

Cada túnel, tiene su propio sistema de ventilación. Cada grupo de ventilación, ver tabla de la página siguiente:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
1 x Ventilador radial	
Caudal	7500 m ³ /h
Potencia	22 KW
Tipo de conducción	Directa
Material	SS
1 x Válvula de aire fresco	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de recirculación de aire	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de seguridad	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula-conducto extracción	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Válvula-conducto aspiración	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Conducto de recirculación de aire	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	3 m

Tabla 2.25: Grupo de ventilación de cada túnel

Sistema de extracción de aire

La extracción de aire viciado desde los túneles, es transportado a través de un conducto hasta el biofiltro. Para esto se instalan dos ventiladores centrífugos con capacidad de extracción máxima de 20000 m³/h cada uno, de frecuencia y presión controlada que dirige el aire extraído hacia el biofiltro. Previamente a su paso por el biofiltro se trata en un scrubber, que lleva instalado un humidificador en el frente del mismo.

Debe tenerse en cuenta que los gases procedentes de los túneles de fermentación, presentan polvo y amoníaco, imposibilitando su paso directo a través del biofiltro sin ser previamente acondicionados. El acondicionamiento se realiza mediante un scrubber, que además de separar el polvo, permite reducir la cantidad de amoníaco y disminuir la temperatura.

A su vez la incorporación del humidificador proporciona:

- Un efecto de lavado sobre el amoníaco contenido en el aire, a fin de ayudar al scrubber a rebajar el contenido del mismo, hasta unos parámetros tolerables para el biofiltro.
- Una humidificación del aire por encima del 98%.
- Un aumento de la aireación del proceso que ayuda a reducir los niveles de olor al biofiltro.

Las especificaciones técnicas del grupo de extracción se recogen en la siguiente tabla:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
Ventilador de extracción	
Tubos de conducción	AlMg3
Ventilación	0-20,000m ³ /h
Potencia	30 KW
Diferencia de presión	3,000 Pa
Número	Dos unidades
Material	SS
Especificaciones del humidificador	
Posición	Horizontal
Tamaño	2500 x 3000 x 4000
Caudal de agua	30 m ³ /h
Humidificación del aire	98%
Número	Una unidad
Scrubber	
Material	PP
Capacidad	0-20,000 m ³ /h
Tamaño	Diámetro 1750 mm
Altura	6,5 m
Reducción acidez	96% H ₂ SO ₄
Bomba	40 m ³ /h
Motor	7,5 KW
Eficiencia	90-95%

Tabla 2.26: Especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases

2.6.5.4.2.3 Sistema de recogida y recirculación de lixiviados

Los lixiviados generados por la descomposición de la materia orgánica al fermentar, son recogidos a través de un sumidero, ayudado gracias al diseño en pendiente del suelo de los túneles. Debajo del hormigón se instala un sistema de cañerías que permite la recogida de los lixiviados y su posible recirculación o envío al depósito cisterna. Cada túnel tiene su propio sistema de drenaje, que conecta con el canal principal de drenaje, desde el cual los lixiviados son continuamente bombeados hacia un filtro. Una vez en el filtro, los lixiviados son bombeados hacia el humidificador, y

posterior envío a depósito y/o recirculación. Gracias al humidificador, el agua es suficientemente aireada.

Sistema de recogida de lixiviados

Las especificaciones técnicas de los conductos de recogida de lixiviados, y posterior envío hasta el humidificador, son las que se recogen en la siguiente tabla.

Concepto	Tipo / Valor
Material	PVC
Longitud	125 m
Tamaño	DN 50

Tabla 2.27: Especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados

Filtro de lixiviado

Los lixiviados recogidos, son transportados a un filtro, donde se separan las partículas orgánicas que contienen. Las especificaciones técnicas del filtro se exponen a continuación.

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de aspiración	10 m ³ /h
Motor	1,5 KW
Filtro-colador	Forma en arco: 12-24 m ³ /h
Tamaño de filtrado	0,75 mm
Cañería	PVC, DN 16 mm
Material del filtro	S.S

Tabla 2.28: Especificaciones técnicas del filtro

Sistema atomizador de recirculación de lixiviados

Cada túnel estará equipado con su propio sistema atomizador de lixiviados, o sistema de recirculación. Los lixiviados son captados del depósito cisterna de lixiviados, gracias a la instalación de una bomba de recirculación. El control y seguimiento del proceso se realiza 'on line', a través de una computadora. El sistema está por tanto completamente automatizado.

Las especificaciones técnicas del sistema de recirculación son las que se exponen en la siguiente tabla:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de recirculación	40 m ³ /h
Potencia	11KW
Número	1
Válvulas bidireccionales	6 unidades
Conexión	1,5"
Cañería interna túnel	PP
Control	Neumático

Tabla 2.29: Especificaciones técnicas del sistema de recirculación de lixiviados.

2.6.5.4.2.4 Automatización del proceso de control

Una computadora central controla el proceso de compostaje. La temperatura de la materia fermentada es conocida en todo momento gracias a tres sensores o sondas, las cuales se introducirán en los túneles de fermentación a través de unos taladros situados en el techo de los túneles.

Los siguientes parámetros son medidos:

- Temperatura del material.
- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del aire de salida.
- Tanto por ciento de oxígeno.
- Volumen de aire de entrada.
- Presión de la materia fermentada.

Los siguientes parámetros son controlados:

- Ventilación de la materia.
- Volumen del aire de entrada.
- Volumen de aire recirculado.
- Válvulas de control de suministro y recogida de lixiviados.
- Nivel del tanque de recogida de lixiviados.
- Cantidad de lixiviados utilizados en la recirculación.

Los siguientes parámetros del biofiltro son medidos:

- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del filtro.

Los siguientes parámetros del biofiltro son controlados:

- Temperatura del aire de entrada al biofiltro.
- Volumen de aire que entra al biofiltro.

Introducción al sistema de control

El sistema de control consta de dos computadoras, la computadora de visualización y la computadora de control. Estas dos computadoras, permiten el completo control y seguimiento del proceso de compostaje. En la computadora de visualización, el operador, puede comprobar el estado de la instalación y evaluar o ajustar los parámetros del proceso, si es necesario. La computadora de control monitoriza el proceso de compostaje y está conectado a un PLC. Los parámetros de control, para la computadora de control, son introducidos través de la computadora de visualización.

El software de la computadora de control, dirige el proceso de entrada/salida y recirculación de aire, y el proceso de gestión de lixiviados. El software de control ajusta la temperatura, nivel de humedad y oxígeno a fin de mantener los diferentes parámetros que influyen en la calidad del compost, en niveles óptimos. La computadora de control puede dirigir el proceso directamente (sin utilizar la computadora de visualización). Sin embargo, sólo personal cualificado debe manipular la computadora de control. El software es escrito en Visual Basic, pudiendo ser modificado cuando sea requerido. Con estas modificaciones, el operario puede mantener el completo control sobre la instalación.

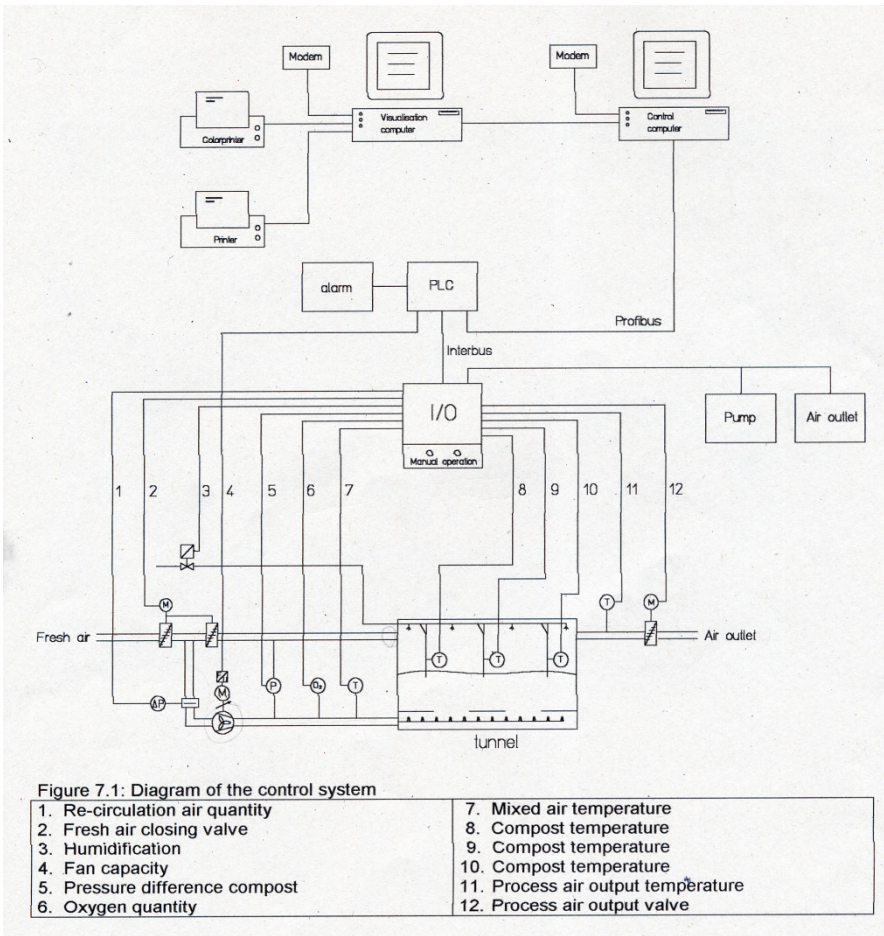


Figura 2.17: Automatización del sistema de control.

protección contra sobrecarga de la tolva de carga y el sistema de protección del motor.

- Mantenimiento óptimo a través de la fácil accesibilidad de todos los grupos y un sistema simple de cambio del tambor.

Asimismo será capaz de satisfacer las siguientes prescripciones técnicas, recogidas en la tabla que se expone a continuación:



Figura 2.19. Fotografía de un trommel

Concepto	Tipo / Valor
Tambor de cribado	
Construido en chapa de acero de espesor:	5 mm
Diámetro	Mayor de 1300 mm
Longitud	Mayor de 3900 mm
Dimensiones de apertura de malla de la criba	10 y 25 mm
Cinta descarga de compost de cribado	
Inclinación variable	Sí
Altura de descarga	Superior a 2 m
Levantamiento hidráulico	Sí
Accesorios	
Cepillo rotativo limpiador	Sí
Carenado de protección en toda la máquina	Sí
Dispositivo de seguridad en sobrecarga	Sí

Tabla 6.30: Requisitos técnicos exigidos al trommel de afino



Figura 2.20: Foto de máquina cribadora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

2.6.5.6 Equipos móviles

2.6.5.6.1 Pala Cargadora

La manipulación de productos por parte de la pala cargadora comprende las siguientes tareas:

- Carga de la materia orgánica desde la zona de recepción, hasta la nave de mezcla para alimentar la tolva de la mezcladora.
- Carga de los túneles de fermentación.
- Descarga de los túneles de fermentación, y transporte de la materia a la nave de maduración, a fin de completar el proceso de compostaje.
- Transporte de los rechazos del trommel hacia el contenedor de rechazo.

Las especificaciones de funcionamientos serán las recogidas en la tabla que se expone:

Concepto	Tipo / Valor
Capacidad mínima de cucharón	3,5 m ³
Altura libre de descarga a máxima elevación	2700 mm
Altura total máxima con cucharón en máxima elevación	6000 mm
Círculo de giro máximo	6800 mm

Tabla 2.31: Especificaciones de funcionamiento requeridas a la pala cargadora

Las características técnicas requeridas se exponen a continuación:

Motor

- Diesel turboalimentado, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
- Potencia neta mayor de 75 KW.
- Radiador modular para refrigeración por agua.
- Filtros de aire tipo seco, con elementos primario y secundario, eyector de polvo e indicador del nivel de suciedad del filtro.
- Enfriador por agua del aceite del motor.
- Anclajes del motor al chasis por tacos de goma para amortiguar vibraciones.
- Arranque eléctrico directo a 24 voltios.

Transmisión

- Caja de cambios planetaria, de accionamiento hidráulico. Una sola palanca para cambios de marchas y de sentido a pleno régimen del motor.
- Cuatro marchas en avance y cuatro en retroceso.

Neumáticos

- Sin cámara, llantas desmontables.

Frenos

- De servicio: De disco enfriado por aceite con doble circuito y accionamiento oleoneumático, totalmente estancos, sellados y libres de ajustes. Circuitos de frenos independientes en ambos ejes.
- De estacionamiento: Mecánico, tipo zapata, montado sobre el eje de salida de la transmisión y de aplicación manual.
- Freno auxiliar: Incluido en el freno de servicio. Cuando la presión baja en uno de los circuitos de aire, la presión del segundo circuito actúa sobre uno ó los dos ejes.

Dirección

- Articulación en el punto central de forma que las ruedas traseras siguen las huellas de las delanteras y viceversa.
- Accionamiento totalmente hidráulico. Una bomba de paletas alimenta el caudal hidráulico necesario y dos cilindros hidráulicos de doble acción realizan el giro de la maquina.
- Ángulo de dirección 40 grados a cada lado.

Mandos hidráulicos

- Circuito de Elevación con las siguientes posiciones: Elevación, fijo, descenso y libre con dispositivo de parada automática ajustable a cualquier altura.

- Circuito de inclinación: Posicionado automático del cucharón ajustable al ángulo de carga deseado.

Cabina

- Cabina antivuelco Cumpliendo las normativas europeas y americanas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Limpiaparabrisas delantero y trasero.
- Alarmas sonoras y visuales de fallo de órganos principales.

Equipos

- Faros halógenos delanteros y traseros.
- Alarma sonora de retroceso con bocina.
- Guardabarros estándar.
- Mangueras hidráulicas flexibles XT-3 y XT-5 de alta resistencia.
- Dirección de emergencia.

Características

- Indicador de nivel del depósito de aceite hidráulico.
- Elementos de fijación de articulación para transporte.
- Conductos hidráulicos flexibles blindados y armados.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.



Figura 2.21: Foto de pala cargadora

2.6.5.6.2 Volteadora

2.6.5.6.2.1 Características generales más importantes

Cilindro volteador, forma de la pila y acopio

La forma, el acopio y la mezcla óptima de la pila son las condiciones previas para conseguir una fermentación aerobia favorable.

Durante el primer volteo después de formar la pila de compostaje, en la que el material de entrada todavía es heterogéneo, deberá mezclarse adecuadamente y apilarse de forma descompactada formando hileras de sección trapezoidal, en la forma y manera explicada anteriormente.

Durante los volteos subsiguientes, el material que se encuentra en ambos lados de la pila deberá ser desplazado hacia el centro reapilándolo de nuevo, para asegurar una correcta homogeneización e higienización del compost.

En ambos extremos, lateralmente al cilindro volteador, la máquina deberá estar equipada con herramientas de trabajo similares a vis-sin-fines de paso a la izquierda o a la derecha para facilitar el reapilado de la materia. En la zona central, el cilindro volteador estará dotado de herramientas de lanzamiento para lograr que el material se desplace desde el exterior hacia el interior de la parva, trasladando el material hacia atrás para conformar la nueva pila garantizando la descompactación y el necesario oreo del compost.

El cilindro volteador tiene una conexión fija con el bastidor que podrá levantarse un mínimo de 400 mm a través del chasis telescópico lo que permite realizar desplazamientos rápidos de maniobra sin impedimento y por otra parte posibilita la opción de evitar el volteo de la capa de estructura.

Rascador

Detrás del cilindro volteador, encima de un tubo transversal, estarán colocadas las palas de limpieza articuladas que se adapten al nivel existente del suelo. Estas procuran que también se pueda recoger y voltear la capa más baja de 2-3 cm que está fuera del alcance del cilindro volteador.

Al eliminarse constantemente este material, no deja que se forme un pie de pila que pudiera ser una fuente de malos olores.

Palas con alimentación activa

Las palas laterales, son abatibles hidráulicamente y despejan el camino para el paso de unos neumáticos de tamaño anchos. Un rascador en el lado inferior de las palas permite que el suelo y así también los espacios entre las pilas estén siempre limpios. Al final de la pila, las palas se cierran y de este modo se evita que el material sea lanzado hacia delante.

Piezas de desgaste

Las herramientas de trabajo de encima del cilindro volteador podrán cambiarse rápida y simplemente.

Las piezas de desgaste de pared gruesa, estarán fabricadas de acero micro aleado y templado de grano fino de alta resistencia, garantizarán una larga vida útil y bajos costes de mantenimiento.

Accionamiento del cilindro volteador

El accionamiento robusto mediante una correa combinada ó “powerband” transmite la fuerza del motor directamente al cilindro volteador, de manera que esté asegurada una gran eficiencia.

Al accionar el tambor, la correa combinada se encarga de la función del embrague. Al desconectar el cilindro volteador, el mismo se para en poco tiempo mediante un disco freno.

Cabina

La cabina logrará un ambiente adecuado de trabajo. El conductor podrá controlar visualmente todo gracias a la visión total de la cabina.

Con una palanca multifunción el operario, controla el sentido de marcha y la velocidad, el funcionamiento de las ruedas telescópicas así como la abertura y el cierre de las palas.

A la vista del conductor, un indicador con pilotos luminosos le mantendrá informado sobre el estado actual de funcionamiento.

Ordenador de a bordo

Datos importantes, como la presión de aceite del motor, la temperatura del líquido refrigerante del motor y del aceite hidráulico, las revoluciones del motor, etc., se controlará constantemente gracias al ordenador de a bordo de la volteadora.

Todas las irregularidades se indican a través de pilotos de aviso. Para evitar daños en diversas unidades, en el caso de que haya una avería, el ordenador de la máquina, por ejemplo, desconectaría automáticamente el cilindro volteador.

Sistema de riego

El óptimo control de la humedad es importantísimo para todo el control de proceso y para el progreso de la fermentación. La volteadora estará dotada de una conexión de manguera y un esparcidor de agua que está colocado en el centro debajo del puente.

Dado el caso, se alimenta una instalación de riego desde una balsa de agua de infiltración a través de una estación de bombeo

Durante el riego, el remolque de la manguera se coloca entre dos pilas. De ida, durante el riego de la primera pila, el tubo flexible se desenrolla mediante el avance

de la volteadora. De vuelta, se humidifica la segunda pila y el tubo flexible se enrolla mediante un accionamiento eléctrico que se controla a través de un mando a distancia. El caudal de paso puede regularse de una manera progresiva entre 0 y 1.000 l/min, dependiendo de la presión del sistema.

Requisitos técnicos

El resumen de los requisitos técnicos quedan expuestos en la tabla que se expone a continuación:

Concepto	Tipo / Valor
Medidas del puente	
Ancho	4000 mm
Altura	2200 mm
Motor	
Tipo	Intercooler
Potencia	Mayor de 150 KW
Cilindrada	Mayor de 6500 cm ³
Número de cilindros	6
Sistema de refrigeración	Por líquido
Sistema eléctrico	
Unidad de control de motor	Sí
Tensión	24 Voltios
Intensidad de corriente trifásica	80 Amperios
Número de baterías de arranque en frío	2

Tabla 2.32: Requisitos técnicos del motor y sistema eléctrico de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Cabina de sobrepresión	Sí
Visión total con cristales tintados	Sí
Insonorización completa	Sí
Purificación del aire de la cabina	Sí
3 espejos retrovisores térmicos	Sí
2 limpiaparabrisas (delante, derecho)	Sí
Luneta trasera plegable	Sí
Dispositivo plegable electrohidráulico	Sí

Tabla 2.33: Requisitos técnicos de la cabina de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Accionamiento del cilindro	Sí
Revoluciones del tambor	180 r.p.m
Mecanismo de alimentación activa	
Ancho máximo de recogida de material	5500 mm
Accionamiento de traslación	
Accionamiento hidrostático de traslación	Sí
Número de marchas	2

Tabla 2.34: Requisitos técnicos de los accionamientos de la volteadora

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.



Figura 2.22: Foto de máquina volteadora.



Figura 2.23: Foto de máquina volteadora de orugas.

2.6.5.7 Máquina ensacadora

La máquina ensacadora requerida deberá ser apta para el envasado del compost, siendo versátil para distintos tamaños de envases.

2.6.5.7.1 Características del material a ensacar

Las características del material a ensacar son las siguientes:

- Producto a ensacar: Compost.
- Densidad del producto: aprox. 0.5 Tn/m^3
- Humedad: entre 30 y 40 %.
- Granulometría: De 0 a 10mm.

2.6.5.7.2 Características técnicas requeridas al equipo

Las características técnicas requeridas a la máquina ensacadora son las siguientes:

- Tolva de recepción del producto, para alimentar con pala cargadora, de al menos 5 m^3 de capacidad, construida en acero con tratamiento anticorrosión.
- Alimentación del producto hasta el grupo dosificador a través de cinta transportadora.
- Dosificador volumétrico fácilmente regulable.
- Ensacadora a partir de bobina de lámina equipada para formar sacos de 80, 50, 20 y 2 litros.

- Facilidad de cambio de la bobina, con desenrollado motorizado.
- Tubos conformadores de los diferentes sacos construidos en acero inoxidable.
- Soldadura por impulsos con refrigeración.
- Equipado con fotocélula de centraje de impresión y formador de pliegues laterales en el saco.
- Cadencia de al menos 10 sacos/minuto para tamaños grandes_ que aseguren la viabilidad del proceso productivo.
- Equipado con escaleras de acceso y barandillas de protección.
- Evacuación de sacos llenos mediante banda transportadora con grupo de conformación y prensado de sacos regulable para diferentes dimensiones.

La instalación se entregará con todos los componentes para su puesta en funcionamiento, incluido el cuadro eléctrico de potencia y autómata programable.



Figura 2.24: Fotografía de máquina ensacadora

2.6.5.8 Contenedores de rechazo de compost

Estos contenedores se utilizarán para la recogida de los rechazos de la depuración del Compost. Se instalarán dos contenedores abiertos, de 25 m³ de capacidad, diseñados para ser manipulados por equipos portacontenedores. Los contenedores habilitados en la zona de cribado de la nave de afino alojará el rechazo del compost procedente del trommel. Cada día los rechazos del trommel se transportarán mediante pala cargadora a los contenedores. El rechazo de compost será recogido periódicamente por una empresa autorizada, para su posterior confinamiento en vertedero. Dichos contenedores tienen unas dimensiones aproximadas de 5.000 x 2.500 x 2.000 mm.

La planta tiene una capacidad de producción de 14.446 m³ al año para el que se prevé un porcentaje de rechazos del 8%, así pues 1.256 m³ al año. Para una carga de trabajo de 5 días a la semana ó 260 días al año, tendremos una producción diaria de 4,83 m³ diarios. Cada dos semanas se producen 48.3 m³. Al instalarse dos contenedores de 25 m³ se hace necesaria la recogida del rechazo de compost por la empresa autorizada, una vez cada dos semanas.

Los contenedores estarán fabricados en su totalidad en acero A410b de 5 mm de espesor en piso y 3 mm de espesor en el resto. Los laterales, están formados por un perfil superior de sección en “U” de acero A410b de 3 mm de espesor, 4 pilares verticales de sección también en “U” pero de mayor alma y el mismo espesor, que soporta las bisagras. El remate inferior es un pliegue longitudinal de la propia chapa del lateral, que le confiere una rigidez muy importante. Horizontalmente y en el centro se remata con un perfil de sección trapezoidal de 3 mm de espesor. El frontal está reforzado por las vigas verticales de UPN de 200 mm, del bastidor especial para la manipulación con equipo portacontenedores, teniendo como remate superior un perfil conformado en frío con sección en U de 3 mm de espesor.

El fondo, al ser la parte del contenedor que más trabajo realiza debido a que está sometido a la abrasión de la carga y fundamentalmente a recibir los impactos de las cargas desde unas alturas considerables, superiores en todos los casos a 2,25 m, precisa de una atención especial para evitar deformaciones que acortarían considerablemente la vida útil del contenedor y haría peligrar la estabilidad en el basculamiento.

Todas las soldaduras están ejecutadas en cordón continuo, de manera que se consigue mayor rigidez y total estanqueidad.

Todo el conjunto es chorreado con arena con un grado SAE 2 Vz Norma Sueca, dos manos de imprimación antioxidante con un total de aproximadamente 35 micras de espesor y dos manos de acabado sintético en un color a determinar dentro de la gama RAL, con un espesor de 35 a 40 micras.

2.6.6 Obra civil

2.6.6.1 Movimiento de tierras

El movimiento de tierras a llevar a cabo será el necesario para que en ningún punto existan pendientes superiores al 5%, para lo que se llevarán a cabo los desmontes y terraplenes necesarios en cada punto del trazado.

Las distintas plataformas y áreas que se han de acondicionar dentro de la propia instalación se han situados en lugares tales que, teniendo presente la operatividad y funcionalidad de la planta, el movimiento de tierras resultase lo más reducido posible.

2.6.6.2 Viales de acceso

El ancho previsto es de ocho (8) metros, dos carriles de rodadura de 3,5 metros y dos arcones de 0,5 metros. Los viales se desarrollan tal como muestran los Planos, bordeando la nave de maduración y la nave de almacenamiento.

En primer lugar se procederá al saneamiento y retirada de la capa vegetal existente. Seguidamente, caso de ser necesario se ejecutará un rectificado del alzado para adecuar la pendiente longitudinal del terreno a valores que no superen el 10%.

Sobre la explanada natural una vez compactada, se extenderá una sub-base de zahorra natural de 0.25 m. de espesor, para posteriormente extender una base de zahorra artificial de 0.25 m. de espesor. Por último el aglomerado asfáltico estará constituido por 8 cm. de G-20, 6 cm. de S-12 y 4 cm. de D-12 o similar.

También se ha previsto las correspondientes cunetas de drenaje y obras de fábrica, así como la señalización vertical y horizontal que resulte preceptiva.

Toda la zona asfaltada se delimitará con bordillo de hormigón de 8 x 20 cm. separándose de esta forma de la zona ajardinada.

El edificio de servicios se dota tal y como muestran los Planos de 13 plazas de aparcamiento, número más que suficiente para dar servicio a los empleados de la Planta, visitas y clientes. Las plazas de aparcamiento, situadas en batería al edificio de servicios, tienen unas dimensiones de 3 m. x 5 m...

Si fuere preciso se podría estacionar en el área anexa a la zona de maniobras para vehículos pesados.

2.6.6.3 Zona de maniobra de vehículos pesados

Debido a que a la Planta de Compostaje llegarán un apreciable número de vehículos pesados se dotará a la Planta de una zona de maniobra con objeto de facilitar las maniobras de entrada y salida del recinto. Asimismo, la zona de maniobras será apta para albergar a camiones que estén en espera o descargando mercancía. Ésta área se ubica frente a la zona de almacenamiento temporal de residuos orgánicos tal y como muestran los Planos de este Proyecto.

El firme de la zona de maniobras será el mismo o similar al de los viales interiores de la Planta.

2.6.6.4 Consideraciones generales

En este capítulo se exponen las soluciones constructivas elegidas, así como las razones que han llevado a la elección concreta de las mismas. Se indican asimismo otros elementos como el aspecto externo de las edificaciones, distribución de oficinas, aparcamientos, etc.

La obra civil, comprende las actuaciones de adecuación previa de la parcela: desbroce vegetal y movimiento de tierras, construcción de la nave de mezcla, construcción de la nave de almacenamiento, construcción del edificio de oficinas y administración general, caseta de recepción de entrada al recinto y urbanización de la parcela: viales, aparcamientos e iluminación de la misma.

Para el diseño y construcción se han tenido en cuenta además de los aspectos puramente funcionales, la economía, la estética de cada elemento en particular y la integración en el conjunto del recinto en general.

2.6.6.5 Nave de mezcla

2.6.6.5.1 Descripción de la edificación

La nave de fermentación es una infraestructura dedicada al proceso productivo de la planta. La edificación industrial es una nave de 17 metros de largo por 27 metros de ancho. La nave de fermentación de cabida a los siguientes procesos productivos:

- Triturado y desfibrado de los residuos vegetales de carácter leñoso y triturado ligero de la hierba y césped.

Para los labores de triturado y desfibrado se dispone de una trituradora habilitada para tal efecto en la nave de fermentación.

- Mezclado de la fracción vegetal y orgánica.

El proceso se encuentra totalmente mecanizado a cuenta de una máquina mezcladora habilitada en la nave de fermentación para tal efecto.

- Almacenamiento temporal de gallinaza.

Los residuos vegetales serán almacenados en el área de almacenamiento temporal, cubiertos con toldo si el tiempo lo aconseja. La gallinaza será recibida en el área de almacenamiento temporal, pero no será almacenada en esta dependencia durante más de un día en orden a evitar la contaminación de la atmósfera. Se almacenará en una dependencia de la nave de fermentación, donde se soluciona el potencial impacto medioambiental gracias a la instalación extractora de aire con que cuenta la nave de fermentación. El aire extraído de la nave se dirige a un biofiltro donde es convenientemente tratado antes de su devolución a la atmósfera. Esta zona de almacenamiento se encuentra sectorizada del resto de la nave de fermentación gracias a la instalación de un panel divisor. El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

2.6.6.5.2 Justificación funcional de la estructura adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de mezcla, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Se basa en el principio de que el elemento de cubierta ha de funcionar a la vez como elemento resistente. Las placas que conforman la cubierta realizan la función de actuar por un lado como viga, y de otro como cubierta.

Este sistema aporta las siguientes ventajas:

- Diseños innovadores
- Sencillez y economía de estructura
- Rapidez de montaje. Más de 2000 m² por equipo de trabajo y semana.
- Menor número de juntas entre placas
- Ausencia de mantenimiento. No son necesarias correas o cerchas.

Además permite la utilización de:

- Aislamiento.
- Translúcidos.
- Estructuras soporte de cubierta en acero, hormigón, madera, etc.

El tipo de cubierta autoportante elegida es el de curvas mediante arcos que permiten alcanzar hasta 30 metros de longitud.

La estructura se resuelve de esta manera, con un arco de acero que hace al mismo tiempo de viga y de cubierta. El arco se fija sobre la estructura soporte a través de unos apoyos que a su vez, van soldados sobre la viga de atado que une los pilares por la parte superior.

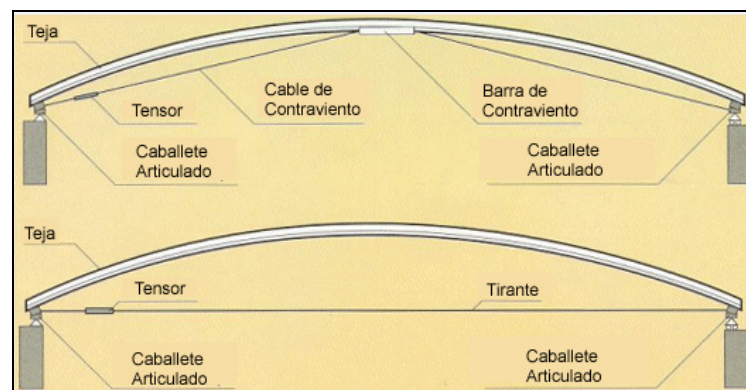


Figura 2.25: Resolución de la estructura mediante cubiertas autoportantes.

Estos apoyos logran al ser articulados, que los momentos flectores no se transmitan desde la estructura hasta la cubierta soporte. Los esfuerzos horizontales son absorbidos por el tirante de acero, del cual se pueden suspender las luminarias y los falsos techos. El sistema garantiza una mayor impermeabilidad gracias al menor número

de juntas existentes. Al tratarse de placas enteras de hasta 30 metros desaparece gran número de juntas existentes en las cubiertas tradicionales, entre ellas la junta de cumbrera. Las tejas o arcos de acero, a su vez van unidos entre sí cada metro mediante tornillería galvanizada y protegida mediante capuchones de PVC y juntas de neopreno.

La estructura que se requiere, está constituida por pilares y una viga de unión entre las cabezas de los mismos. Esta viga recibe el nombre de viga de atado. Se trata de una estructura de fácil elaboración y aún más fácil montaje debido a que no se necesitan grúas para el levantamiento de cerchas o correas. La rapidez es una de las principales ventajas tanto en el montaje de las cubiertas como en el de los pilares que necesitan como soporte. Si la estructura es de acero, como es el caso, los apoyos se sueldan directamente a la viga de atado y si la estructura es de hormigón, lo único que se debe hacer es introducir una pletina metálica en el hormigón cuando este, está sin curar o fijar dicha pletina mediante tornillos.

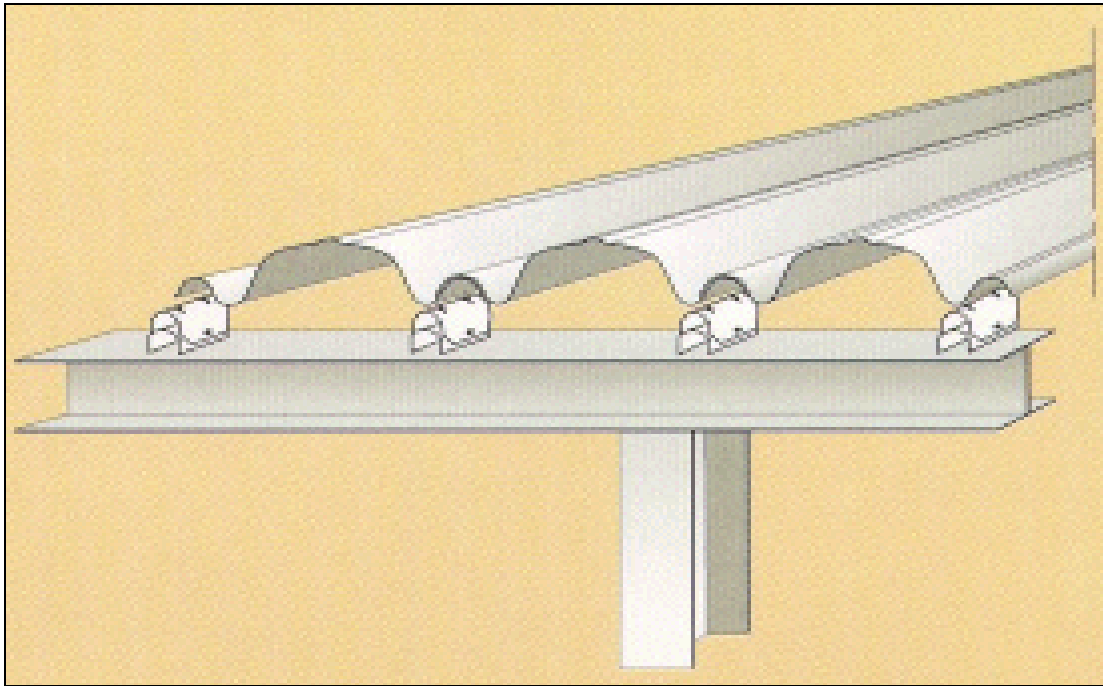


Figura 2.26: Detalle del soldado de los apoyos a la viga de atado

Las placas de acero de alta calidad que conforman la cubierta, son galvanizadas en caliente con un mínimo de 350 gr/m^2 de zinc por cada cara. Posteriormente se les aplica una capa de acero primario, para finalizar con un lacado en continuo a base de resinas termoendurecidas o termoplásticas.

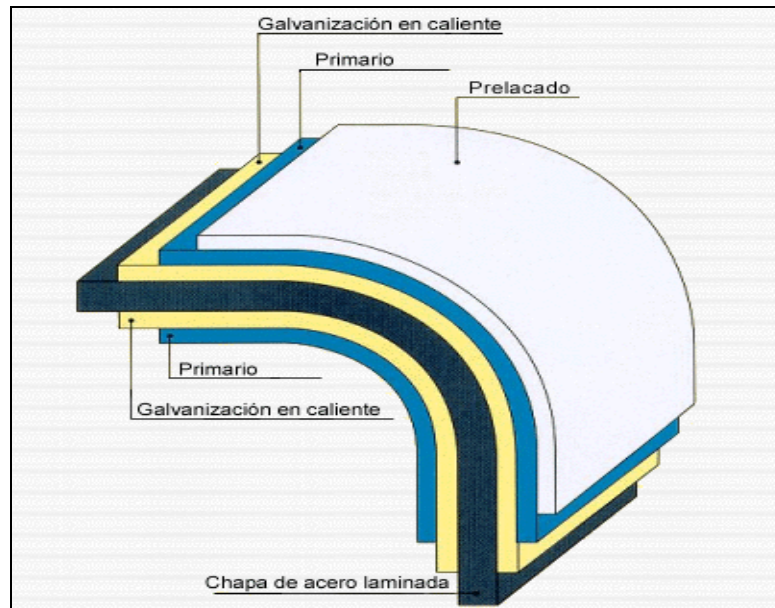


Figura 2.27: Composición de la cubierta de la nave.

El tipo de placa utilizado como cubierta, es una placa para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas. Los espesores de estos paneles oscilan entre 0.7 mm y 1.5 mm dependiendo de las luces y cargas que se necesiten resolver.

2.6.6.5.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recrecido de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.5.4 Cálculo de la estructura metálica

El cálculo de la estructura metálica, se soluciona a través de un programa de uso habitual en el cálculo de naves con cubiertas autoportantes, facilitado por una conocida

firma constructora de este tipo de naves industriales. Los resultados obtenidos son los que se muestran:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave mezcla
Tipo de obra	Semicerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	17 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.35: Requisitos generales de la nave de mezcla

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	5,67 metros
Numero de pilares principales	8
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 2.36: Requisitos técnicos de la nave de mezcla

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	47,98	49,1	2355,76
Pilares testeros	IPE-300	39,6	42,2	1671,12
Viga de atado	HEB-200	34	61,3	2084,2
Resumen peso estructura				
Peso total				6108 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				13,31Kg/m ²

Tabla 2.37: Peso de la estructura de la nave de mezcla

2.6.6.5.5 Cerramientos

La nave de fermentación es una construcción cerrada excepto en la cara norte de la misma, colindante con la entrada a los túneles de fermentación. Con ello se pretende de un lado conseguir un entorno cerrado que asegure un perfecto mantenimiento de la maquinaria sin renunciar a la flexibilidad que da el acceso directo a los túneles desde la nave de fermentación sin necesidad de la utilización de portones u otros elementos.

Además, debido a que la nave dispone de un recinto sectorizado del resto, y especialmente habilitado para el almacenamiento de la gallinaza en caso de necesidad, es conveniente este tipo de cerramiento, para que el sistema de extracción de gases con la que cuenta esta zona de la nave funcione con la mayor eficiencia. A pesar de la no obligación por parte de la autoridad competente, de instalar un sistema de extracción de gases para este tipo de materia almacenada si se encuentra la nave parcialmente abierta, este proyecto apuesta por el máximo respeto al medio ambiente, instalando campanas de extracción de gases en la zona de almacenamiento, para ser tratados en el biofiltro de la galería de servicios previa devolución a la atmósfera.

La solución adoptada para el cerramiento parcial de la nave, es el empleo de los mismos paneles galvanizados utilizados como cubierta. Así se logra una integración satisfactoria del conjunto de la nave, con un precio inferior al cerramiento clásico de fábrica de ladrillo macizo, sin renunciar a un perfecto nivel de aislamiento. Las características de la cubierta han sido expuestas anteriormente.

La nave contará con dos portones basculantes con puerta peatonal integrada de 5 metros de ancho y 5 metros de altura, holgura suficiente para permitir la entrada de vehículos pesados como palas o tractores.



Figura 2.28: Estilo de cerramiento propuesto para la nave de mezcla

2.6.6.5.6 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con parte proporcional de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.6 Nave de maduración

2.6.6.6.1 Descripción de la edificación

Para cubrir la necesidad de un recinto destinado al proceso de maduración del compost se proyecta una nave de dimensiones 124 metros de largo por 50 metros de ancho. Con esta etapa del proceso se pretende conseguir estabilizar el producto en las mejores condiciones, para un compost final de gran calidad y biológicamente estable.

Por medio de volteos sucesivos, uno por semana, logramos uniformar el gradiente de temperatura y el contenido de oxígeno en la masa, logrando un proceso de maduración óptimo.

El suelo de la nave de maduración se proyecta con un 1% de inclinación, con fin de facilitar la recogida de lixiviados mediante tres arquetas.

2.6.6.6.2 Justificación de la solución adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de fermentación, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Las razones de la elección de este tipo solución constructiva son las mismas ya expuestas para la nave de mezcla.

2.6.6.6.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por

medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recocado de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.6.4 Cálculo de la estructura metálica

La luz que debe salvar la solución constructiva, de 50 metros, es de considerable importancia, por lo que se disponen de dos naves aporticadas a dos aguas adosadas.

El cálculo de la estructura metálica arroja los siguientes resultados:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave maduración
Tipo de obra	Estructura sin cerramiento
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	50 metros
Longitud de la obra	124 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.38: Requisitos generales de la nave de maduración

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	6,89 metros
Numero de pilares principales	72
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,25 metros
Numero de pilares testeros	12
Perfil de la viga de atado	HEB-180
Tirante	De 10 mm cada teja

Tabla 2.39: Requisitos técnicos de la nave de maduración

Peso de la estructura

Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	455.94	49,10	22386.18
Pilares testeros	IPE-300	79.20	42,20	3342.24
Viga de atado	HEB-180	496	51.20	25395.20
Resumen peso estructura				
Peso total				51123.62 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				8.25Kg/m ²

Tabla 2.40: Peso de la estructura de la nave de maduración

2.6.6.6.5 Cerramientos

No se contempla el cerramiento de la nave, pues la materia orgánica que se confina en la nave, ya es suficientemente madura para no presentar problema de emisiones de gases a la atmósfera; de hecho estas son nulas. Tampoco representa un inconveniente que la materia pueda ser humidificada en días de lluvia, pues la materia ya es suficientemente estable para no ser alteradas sus propiedades, y de hecho necesita ser humedecida periódicamente durante el proceso de maduración. Por todo lo expuesta se renuncia al cerramiento lateral de la nave con el consiguiente ahorro económico.



Figura 2.29: Solución adoptada para la nave de maduración



Figura 2.30: Imagen ejemplo de nave en campo con cubierta autoportante

2.6.6.6.6 Arquetas de recogida de lixiviados

Se proyectan tres arquetas continuas y dispuestas transversalmente, de modo que cubran todo el ancho de la nave, a fin de recoger los lixiviados generados en el proceso de maduración corrigiéndolos a la balsa de lixiviados.

Son arquetas prefabricadas abiertas de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30 cm. medidas interiores, completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor.

2.6.6.6.7 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de seis bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.7 Nave de almacenamiento

2.6.6.7.1 Descripción de la edificación

La nave de almacenamiento dará cabida a los siguientes procesos:

- Afino. El afino consistirá en una clasificación de componentes realizada por cribado selectivo, para obtener una selección granulométrica que permita adaptarse a las exigencias de calidad del compost comerciable. De este cribado se obtendrán dos fracciones principales, una formada por los materiales tamizados (hundido del cribado) y otra los rechazos (no tamizados). El hundido del cribado pasa al proceso de ensacado o es directamente almacenado para su venta a granel. Los rechazos son depositados en los contenedores habilitados para tal efecto, para su posterior recogida por un gestor autorizado.
- Ensacado. En la nave de almacenamiento, se dispondrá de una zona de ensacado con máquina ensacadora, con objeto de presentar el compost en sacos de 80, 50, 20 y 2-3 litros respectivamente cubriendo así todo el espectro de posibles clientes. La máquina ensacadora se ubica a continuación de la máquina cribadora e inmediatamente anterior a la zona de almacenaje en orden a respetar la secuencia lógica del proceso productivo.

- Almacenamiento. La zona de almacenamiento, se cierra totalmente, separándola de la zona de ensacado y afino, en orden a mantener el compost en un lugar fresco y limpio. Se destina una superficie suficiente para la almacenar la producción de 16 semanas, resolviendo de este modo posibles variaciones estacionales en la demanda; variaciones de otro lado muy frecuentes en el sector del compost. En particular la zona destinada a almacenaje es de 67 metros de largo por 27 metros de ancho.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

2.6.6.7.2 Justificación de la solución adoptada

La estructura elegida, para resolver la nave de fermentación, es la misma que para el resto de naves de la planta de compostaje. Se apuesta por el sistema de cubiertas autoportantes. Las razones de la elección de este tipo solución constructiva son las mismas ya expuestas para la nave de mezcla.

2.6.6.7.3 Cimentación

Con las pruebas realizadas sobre el terreno, se llega a la conclusión de que el suelo es un terreno coherente arcilloso. Con esto podemos estimar para el cálculo de cimentaciones una tensión admisible de 2 Kg/cm^2 , constante en toda su profundidad.

El sistema de cimentación estará formado por zapatas aisladas tipo flexible, de hormigón tipo HA-25, sobre las que se apoyarán los pilares metálicos. El armado será por medio de barras longitudinales y transversales, así como de estribos donde sea necesario, todos ellos de acero B 400 S.

La unión zapata-pilar se realizará por medio de placa y pernos de anclaje con arandela y tuerca simple. Se dejará una capa de mortero de nivelación de 20 mm para asegurar la correcta ejecución.

La solera se resolverá por medio de una base de relleno de escoria de 30 cm, una capa de 15 cm de hormigón con mallazo electrosoldado (diámetro 6 mm), recrecido de mortero de 2 cm y el pavimento con sellado lateral.

2.6.6.7.4 Cálculo de la estructura metálica

El cálculo de la estructura metálica arroja los resultados expresados en la tabla que se muestra a continuación:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor

Obra	Nave almacenamiento
Tipo de obra	Parcialmente cerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	87 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 2.41: Requisitos generales de la nave de almacenamiento

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-360
Separación entre los pilares principales	6,69 metros
Numero de pilares principales	28
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 2.42: Requisitos técnicos de la nave de almacenamiento

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-360	168,05	57,10	9595.87
Pilares testeros	IPE-300	39,60	42,20	1671.12
Viga de atado	HEB-200	174,00	61,30	10666.20
Resumen peso estructura				
Peso total				21933.19 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				9.34 Kg/m ²

Tabla 2.43: Peso de la estructura de la nave de almacenamiento

2.6.6.7.5 Cerramientos

La nave de almacenamiento es una estructura cerrada a partir del tercer pilar principal, resultando una zona abierta de 20 metros de longitud por 27 metros de ancho.

La solución adoptada para el cerramiento parcial de la nave, es el empleo de los mismos paneles galvanizados utilizados como cubierta. Así se logra una integración satisfactoria del conjunto de la nave, con un precio inferior al cerramiento clásico de fábrica de ladrillo macizo, sin renunciar a un perfecto nivel de aislamiento. Las características de la cubierta han sido expuestas anteriormente.

Para el acceso a la zona cerrada se habilitan tres portones metálicos de entrada de 5 metros de ancho y 5 metros de altura, holgura suficiente para permitir la entrada de vehículos pesados como palas o tractores.

2.6.6.7.6 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

2.6.6.8 Edificio corporativo

El edificio corporativo será el encargado de albergar tanto los procesos administrativos y de venta, como la sala de control donde se controla de manera integral el proceso de fermentación en los túneles de hormigón.

El edificio, de planta rectangular tendrá unas dimensiones de 20.35 m. de largo por 12.40 m. de ancho y constará de dos plantas independientes.

El contratista de la obra deberá ejecutar el edificio corporativo de acuerdo a los planos entregados por la Propiedad y atender a las disposiciones adicionales enumeradas a continuación, obedeciendo asimismo la Normativa vigente en este tipo de construcciones.

La planta baja acoge los vestuarios del personal, el laboratorio de la empresa, local de primeros auxilios, sala de caldera, zona de recepción y un almacén auxiliar.

La primera planta acoge la sala de control, despacho de dirección, despacho auxiliar, dependencias de administración y archivos, sala de reunión y servicios para el personal.

La cimentación y estructura del edificio deberá cumplir los siguientes requisitos:

- El hormigón utilizado en la cimentación será tipo HM-20 de resistencia característica 200 Kp/cm^2 , a emplear en capa de nivelación y puesto en obra mediante vibrado y curado.
- El acero corrugado para armaduras será de tipo B 500 S.
- El cerramiento de la estructura estará compuesto de hoja exterior de fábrica de ladrillos cerámicos vista, cámara de aire y doblado con tabicón de 9 cm. de espesor de ladrillos cerámicos huecos.
- La formación de pendientes en cubierta se realizarán con tabicones aligerados de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento 1/6, con arriostramientos transversales a que eviten desniveles superiores a 1 m. medido en proyección horizontal.
- Cubrición con teja de Hormigón de perfil plano, colocados en hileras paralelas al alero, recibidas con mortero de cemento y arena de río 1/8.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de $8 + 4$, con hormigón HA-25, armaduras de negativos, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de $25 + 4$, con hormigón HA-25, armaduras de negativo, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Canalón oculto de zinc, circular o rectangular de 45 cm de desarrollo, completo e instalado en azoteas con faldón a la catalana.

Los acabados del edificio corporativo atenderán a los siguientes requerimientos:

- Tabiques de ladrillo hueco sencillo de $25 \times 12 \times 4 \text{ cm}$, recibido con pasta de yeso negro.
- Enfoscado fratasado a buena vista, en paramentos horizontales, de 20 mm de espesor, con mortero de cemento (II-Z/35A) y arena de río 1/4(M-80).
- Enlucidos con yeso blanco, en paramentos verticales, de 3 mm de espesor, incluso formación de rincones, guarniciones de huecos y remates con rodapié.
- Pintura plástica lisa mate blanco, en paramentos interiores verticales y horizontales; dos manos, incluso lijado, mano de imprimación con plástico diluido y acabado.

- Alicatados de azulejos serigrafiados, de 20x20 cm, recibidos con mortero de cemento.
- Carpintería de madera para puertas, incluso barnizado, instalación y cristalería si procede.
- Carpintería de aluminio lacado, con ventanas de doble acristalamiento con rotura de puente térmico, incluso cristales, colocación y medidas según Planos de este Proyecto.
- Pavimento de baldosa de gres antideslizante, de 31x31 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, cama de 2 cm de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm de espesor, incluso rejuntado y limpieza.

El edificio estará dotado de las siguientes instalaciones:

- Instalación de saneamiento con conexiones y arquetas según totalmente terminada y acabado hasta punto de vertido, incluyendo fosa séptica de 1000 l de capacidad para recogida de las fecales. Deberá respetarse todas las indicaciones documentadas en los planos de este Proyecto, así como cumplir la Normativa vigente en este tipo de instalaciones.
- Instalación de energía eléctrica, incluyendo cuadro eléctrico.
- Instalación interior de distribución de agua fría y agua caliente sanitaria.
- Instalación de protección antiincendios consistente en extintores, equipos de detección y alarma, bocas de incendio equipadas e hidrantes exteriores según lo dispuesto en este Pliego y atendiendo la Normativa vigente en Protección contra Incendios. Instalación de radiadores y caldera para calefacción y dos termos eléctricos para agua caliente sanitaria.
- Equipamiento de lavabos y aseos según planos del Proyecto, compuestos por armarios espejos y duchas donde corresponda. Los sanitarios serán de tipo fluxor y se entregarán totalmente colocados.
- Equipamientos de oficinas incluyendo mobiliario necesario, al menos dos mesas de trabajo por estancia, armario y dos sillas.

2.6.6.8.1 Equipo de laboratorio

En la planta baja del edificio corporativo se dispone de un pequeño equipo de laboratorio para realizar los análisis mínimos de control de calidad del producto final constituido por:

- Espectrofotómetro UV-VIS de las siguientes características:
 - Lectura digital.
 - Memoria para 100 curvas.

- Rango. 190 -1100 nm.
- Lectura en absorbancia, transmitancia y concentración.
- Resolución: 1nm.
- ❑ Medidor de pH y conductividad manual
- ❑ Estufa para calentar tubos DQO 150°C.
- ❑ Mufla Vulcan 3-550 NEY o similar.
- ❑ Unidad de destilación por arrastre de vapor con recipientes Kjeltex System
- ❑ Balanza Mettler Toledo AG-255 o similar.
- ❑ Frigorífico de 300 l con congelador.
- ❑ Placas calefactoras de 20 x 40 Selecta o similar.
- ❑ Destilador de agua modelo Seradest de la casa USF o similar.
- ❑ Conjunto de material, vidrio y reactivos necesarios para realizar un control analítico básico de la planta:
 - 30 tubos de vidrio de tapón roscado conjunta de teflón (10 ml).
 - 5 matraces aforados de un litro.
 - 10 matraces aforados de 100 ml.
 - 5 vidrios de reloj.
 - 2 cubetas de 1 cm. de paso de luz
 - 4 buretas graduadas de 50 ml.
 - 5 pipetas aforadas de 2, 3, 5, 10, 20, 30 y 50 ml.
 - 5 vasos precipitados de 100 ml.
 - 5 probetas de 25 ml. Y 100 ml.
 - 4 cápsulas o crisoles de porcelana.
 - 2 desecadores.
 - Metanol.
 - Ácido sulfúrico concentrado.
 - Sulfato de plata.
 - Sulfato mercuríco.
 - Agua destilada exenta de iones de amonio.
 - Solución de carbonato sódico de 100 g/l.
 - Solución de ácido bórico de 10 g/l.
 - Solución de ácido sulfúrico 0.1N.
 - Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2%, 50 ml.
 - Solución alcohólica de azul de metileno al 0.2%, 25 ml.

El laboratorio deberá contar con una mesa contra pared, así como un armario para reactivos, armario general con baldas, dos sillas y dos fregaderos tal y como se indica en los Planos de este Proyecto

2.6.6.9 Galería de servicios

Se proyecta una construcción denominada “Galería de Servicios”, en orden a albergar el depósito de lixiviados, humidificador de gases, scrubber y bombas de impulsión y demás accesorios que de encontrarse a la intemperie, podrían sufrir un desgaste muy acusado.

Es una construcción simple a base de estructura metálica, de planta rectangular de 26.8 m. de largo x 4.6 m. de ancho, en la que intervienen los siguientes elementos constructivos:

- Pórticos de inercia constante en perfil doble T.
- Correas de cubierta en perfil tipo "Z" atornilladas sobre ejiones.
- Dinteles y pilares de cierre.
- Viga de atado en cabeza de pilares.
- Arriostramiento general en cubierta y elementos de arriostramiento vertical.
- Cubiertas en chapa de acero en perfil nervado, precalado de 0.6 mm de espesor, incluyendo p.p de solapes y accesorios de fijación. El remate en cumbrera se realizará mediante curvado de los extremos de las chapas.
- Lucernarios formados por placas de 1 mm de espesor, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección "Gel-Coat", incluso parte proporcional de solapes y accesorios.
- Canalón conformado con chapa galvanizada de 1 mm de espesor, con plegado especial incluyendo tapas laterales y boquillas de conexión a bajantes.
- Placas de anclaje con acero tipo F-III y roscado mediante sistema de laminación especial.
- Arqueta de recogida de pluviales.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, especialmente las indicaciones recogidas en los Planos, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

2.6.6.10 Saneamiento de los edificios

Los efluentes sanitarios se dirigirán por medio de tuberías de PVC hacia un pozo clasificador y filtro biológico donde recibirán el tratamiento necesario para su depuración.

El cálculo y diseño de la obra de saneamiento correrá a cargo de la empresa constructora con arreglo a la Normativa Vigente de Saneamiento.

2.6.6.11 Red de pluviales

Las aguas de lluvia se conducirán hasta los bordes de las plataformas, desde donde se incorporarán a sus cauces naturales. Junto a los viales se dispondrá una cuneta para la conducción de las aguas de escorrentía y evitar que el agua busque su propio camino de salida.

Las aguas de lluvia de las cubiertas de los edificios se recogerán mediante arquetas a pie de bajante y se conducirán mediante tubería para incorporarlas a sus cauces naturales.

Los pasos subterráneos que resulten necesarios se realizarán con tubería de hormigón centrifugado o tubería de PVC con arco de descarga de hormigón.

2.6.6.12 Cerramiento de la parcela

Se protegerá todo el perímetro de la finca con un cerramiento formado por enrejado simple y postes metálicos. El cerramiento cumplirá la misión de mantener fuera de la finca a personas ajenas a la explotación de la Planta de Compostaje, así como evitar la entrada de animales al recinto.

El enrejado tendrá una altura de 1.5 m.

2.6.6.12.1 Características de los postes de cercado

Los postes serán de 1.80 m. de altura y 5cm. de diámetro tienen las siguientes características:

- Resistencia a la tracción de 38 a 45 Kg/mm².
- Características mecánicas de la chapa según norma UNE 36137.
- Accesorios acoplados a la cremallera mediante tornillo de fijación.
- Tapón de polipropileno no degradable por exposición a los agentes atmosféricos.
- Grapa de alambre galvanizado reforzado, fijada verticalmente a la cremallera para impedir el posible deslizamiento longitudinal de la misma.

2.6.6.12.2 Malla simple a torsión

Enrejado simple torsión de forma romboidal fabricado con alambre de 400 N/mm² de resistencia. La malla debe estar galvanizada y plastificada como garantía de vida frente a la corrosión de los agentes atmosféricos a los que estará expuesto.

2.6.7 Instalación de abastecimiento y calefacción

2.6.7.1 Introducción general

Se denomina red pública de distribución al conjunto de tuberías que partiendo de los depósitos tienen la finalidad de alimentar los aparatos hidráulicos de servicio público así como los ramales de los abonados o particulares. Es decir que a partir de un determinado ramal de un conducto de la red pública el conjunto de tuberías que abastecen los diferentes puntos de una finca o propiedad es lo que forma la red particular, la cual constituirá la red interior del edificio. La toma de la instalación y por supuesto los elementos descritos anteriormente son patrimonio de la Compañía

Abastecedora y realizadas por ella a petición de las respectivas propiedades que soliciten el servicio del agua.

A partir del tramo de toma es donde comienza la instalación particular que constituye la red interior del edificio. Incluye además el ramal de acometida (exterior e interior) a los contadores y la red de tuberías que llevan el agua a los puntos de consumo.

Es esta parte de la red la que es objeto de normalización mediante las Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua, cuyo conocimiento es obligado para todo proyectista que deba realizar de forma satisfactoria un estudio de este tipo.

2.6.7.2 Normativa

La empresa adjudicataria de las obras deberá cumplir los preceptos e instrucciones de los siguientes Reglamentos y Normas:

- Normas Básicas para la instalación interior de agua (Orden del Ministerio de
- Industria del 9 de Septiembre de 1975, B.O.E. del 13 de Enero de 1976).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua (Orden del MOPU del 15 de septiembre de 1986, B.O.E. del 23 de septiembre de 1986).
- Orden para regular los contadores de agua fría (Orden del MOPU del 28 de diciembre de 1988, B.O.E. del 6 de marzo de 1998).
- NTE-IFC-73 Instalaciones de agua caliente.
- NTE-IFF-73 Instalaciones de agua fría.
- Normas particulares de la empresa suministradora.

2.6.7.3 Suministro

La instalación se abastecerá de agua limpia de la red de distribución del Concejo de Carreño próxima a la planta.

2.6.7.4 Materiales

Las tuberías empleadas serán de pared lisa, pues a igual caudal, tienen menores pérdidas de carga que las de paredes rugosas. El material seleccionado es el PVC, por ser el que presenta un mejor comportamiento, aparte de ser más económico que el cobre. Para la unión de estos tubos se empleará enchufes lisos para pegar y roscados, aplicando soldadura para uniones de diámetros importantes.

2.6.7.5 Caudales mínimos en los aparatos

Estos caudales instantáneos mínimos se obtienen considerando unas condiciones óptimas de funcionamiento de los grifos en cuanto a presión (menos de 3 atmósferas) y velocidad de circulación del líquido (entre 0,5 y 0,8 m/s). La instalación de abastecimiento deberá ser capaz de satisfacer los siguientes caudales mínimos en cada punto de suministro:

- Lavabo: 0,10 l/s
- Sanitario con cisterna: 0,10 l/s
- Ducha: 0,20 l/s
- Lavadero (fregadero de laboratorio): 0,20 l/s

2.6.7.6 Instalación de agua fría

2.6.7.6.1 Generalidades

La instalación ha de abastecer al laboratorio y los distintos departamentos destinados a aseo e higiene personal que se encuentran repartidos por el edificio corporativo, tal como quedan recogidos en los planos de este Proyecto.

La red de distribución de agua fría irá por las paredes a una altura aproximada de 1 m. por encima del suelo. Se dispondrá una llave de paso en cada uno de los diferentes ramales y aparatos, con el fin de poder aislar cada uno de ellos en caso de posibles averías. Los equipos de instalación para consumo de cada zona se detallan a continuación:

Edificio Corporativo:

- 4 lavabos para el servicio de hombres.
- 2 lavabos para el servicio de mujeres.
- 1 sanitarios con fluxor para el servicio de hombres.
- 1 sanitarios con fluxor para el servicio de mujeres.
- 6 ducha para el servicio de hombres.
- 1 ducha para el servicio de mujeres.

Nave de mezcla

- 1 toma de agua-Lavadero a objeto de cálculos.
- 1 lavabo.
- 1 sanitario con fluxor.

Nave de maduración

- Dos tomas de agua-Lavadero a objeto de cálculos.

Nave de almacenamiento

- Una toma de agua-Lavadero a objeto de cálculos.
- 1 lavabo.
- 1 sanitario con fluxor.

La red de distribución de agua fría de cada planta irá con la tubería colocada en la superficie interior de los cerramientos. Se dispondrá una llave de paso en cada uno de los ramales de los diferentes locales húmedos y aparatos, con el fin de poder aislar cada uno de ellos en caso de posibles averías.

2.6.7.6.2 Descripción de la instalación

El suministro de agua potable a la nave requiere una instalación integrada de: acometida, instalación interior general e instalaciones interiores particulares, tal como se puede ver en el siguiente dibujo:

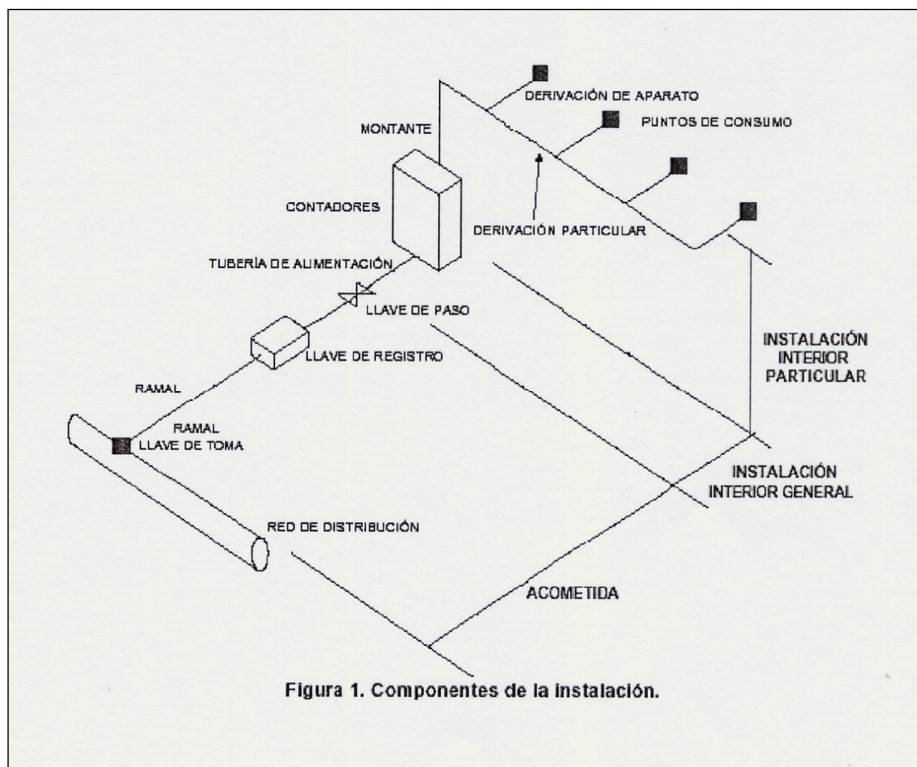


Figura 2.31: Componentes de la instalación de abastecimiento de agua

2.6.7.6.2.1 Instalación exterior al edificio

Los elementos que integrarán la instalación exterior necesaria para el abastecimiento de agua a las diferentes dependencias de la planta son los que se definen a continuación:

Acometida

Es el conducto que acomete a la red pública y enlaza ésta con la red interior de la planta de compostaje. En ella se incluye el conducto o ramal en sí, la válvula de toma y las válvulas de registro, instaladas antes de la penetración en el edificio, y la de paso, colocada una vez la toma penetró en el mismo.

Tubería de acometida

Es la tubería que enlaza la instalación general de la planta con la tubería de la red de distribución.

Discurrirá por debajo del suelo de la parcela.

Llave de toma

La llave de toma se encuentra colocada sobre la tubería de la red de distribución municipal y abre el paso a la acometida. Comprende un collar de toma que se fija al conducto general de la red, el cual se taladra con trépano especial. Además lleva una llave de paso que permite maniobrar en la acometida, sin que la tubería general deje de estar en servicio, situada en un registro de fábrica con tapa metálica para poder maniobrase por el Servicio Municipal de Aguas quienes son los que realizan el enganche del ramal de acometida.

Se debe instalar una llave de toma de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de acometida.

Llave de registro

Las válvulas o llaves de registro, se sitúan sobre la acometida junto a la propio edificio corporativo de la planta en una arqueta de fábrica, generalmente normalizada por cada Servicio Municipal de Aguas, y que sólo podrá ser utilizada por éstos. Normalmente la arqueta lleva una tapa metálica al nivel de calle y de ella parte, provista de un pasamuros para permitir su libre movimiento, el conducto que alimenta la finca.

Se instalará una llave de asiento paralelo cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de la acometida.

Llave de paso

La acometida llevará una llave de paso en el interior de la parcela alojada en una cámara impermeabilizada, la cual puede ser manejada por los usuarios en casos de necesidad.

Será también una llave de diámetro idéntico al de la tubería de acometida.

2.6.7.6.2.2 Instalación interior general

Apta de presentar diversas formas, según la normativa vigente del lugar, su finalidad es la de conducir el fluido hasta el punto del que parten las distintas distribuciones particulares a cada usuario. La instalación constará de:

Tubo de alimentación

El tramo de instalación general comprendido entre las válvulas de paso y la de retención, situado antes del contador, se llama "Tubo de alimentación". Lo deseable es que se encuentre visible en todo su recorrido, y de existir inconvenientes constructivos para ello, quedará enterrado, alojado en una canalización de obra de fábrica rellena de arena que dispondrá de un registro en sus extremos que permita la inspección y control de posibles fugas.

Válvula de retención

Se situará sobre el tubo de alimentación, junto a su unión con el armario de contadores y dentro de este. Tiene por finalidad proteger la red de distribución contra el retomo de aguas.

Contador

El contador tiene como misión, lógicamente, medir el agua captada por el respectivo usuario al que corresponde dicho aparato de medición; su lectura debe realizarse desde el exterior de la instalación. Suele ir provisto de dos llaves de corte que permiten su cambio sin que se produzcan fugas de agua.

Armario

En todos los casos, la puerta del armario o cámara destinada a la ubicación de las conexiones de las distintas instalaciones interiores particulares, deberá ser de una o más hojas que, al abrirse, dejen libre todo el ancho del cuadro de distribución.

El armario se situará en un lugar de fácil acceso y de uso común en la nave, estando dotado de desagüe directo a la alcantarilla, con cota adecuada y suficientemente separado de otras dependencias destinadas a los contadores de electricidad, gas, etc.

2.6.7.6.2.3 Instalación interior particular

Integra el conducto que, partiendo del correspondiente contador (después de la válvula de salida), lleva el fluido por la tubería llamada Montante hasta la altura del usuario, en cuyo habitáculo penetra la red a través de una nueva válvula de paso. A partir de aquí se inicia la red de distribución particular a los distintos puntos de alimentación del usuario. Los distintos elementos que integran la instalación interior particular son los que se definen:

Tubería ascendente o montante

El tubo ascendente o montante es el tubo que une el final del tubo de alimentación con la instalación interior particular. Dicho tubo deberá ser capaz de tomar la forma necesaria para enlazar dichas tuberías.

La llave de paso del abonado se instalará sobre el tubo ascendente o montante en un lugar accesible al abonado. El abonado podrá cerrarla para dejar sin agua su instalación particular. Será del mismo diámetro que el montante.

Derivación particular o de suministro

La derivación particular parte del tubo ascendente o montante y, con objeto de hacer más difícil el retorno de agua, hace su entrada 1 m. por encima del suelo, manteniéndose horizontalmente a este nivel.

De dicha derivación o de alguna de sus ramificaciones arrancarán las tuberías de recorrido horizontal hacia los puntos de consumo.

La derivación del suministro será de PVC y de diámetro 20 mm., y las llaves a colocar serán de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de derivación del suministro.

Derivación de los aparatos

La derivación del aparato conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con el aparato correspondiente.

Los diámetros de estas derivaciones se precisan a continuación, según el tipo de aparato que vaya a ser conectado:

- Lavabos: 10 mm.
- Sanitarios: 10 mm.
- Duchas: 12 mm.
- Lavaderos: 12 mm.

Las llaves a colocar en cada derivación serán de asiento paralelo, cuyo diámetro será idéntico al de la tubería de derivación del aparato.

2.6.7.7 Cálculos de la instalación de agua fría

La empresa constructora encargada de ejecutar la instalación de abastecimiento, e instalación de fontanería deberá justificar la elección de los diámetros de las tuberías en función a lo establecido en las Normas NTE-IFF-73 y NTE-IFC-73.

2.6.7.8 Instalación de agua caliente sanitaria

Se dotará de agua caliente sanitaria las siguientes dependencias del edificio de servicios:

Edificio Corporativo:

- 4 lavabos para el servicio de hombres.

- 2 lavabos para el servicio de mujeres.
- 6 duchas para el servicio de hombres.
- 1 ducha para el servicio de mujeres.

Debido a lo reducido del consumo, de agua caliente sanitaria se descarta la instalación de una red de agua caliente sanitaria segregada. Este Proyecto se decanta por la instalación de dos termos eléctricos de con capacidad para 200 litros.

2.6.7.8.1 Termo eléctrico

Se instalarán dos termos eléctricos de las siguientes características:

- Fabricados en chapa de acero esmaltada, con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, libre de CFCs. Protegidos contra la corrosión mediante ánodo de magnesio.
- Termostato accesible, para elección de la temperatura.
- Capacidad de acumulación 200 l.

2.6.7.8.2 Calefacción

La empresa constructora encargada de las obras deberá dotar a todas las instancias de edificio de servicios de calefacción teniendo en cuenta la Normativa y las necesidades caloríficas de los diferentes locales.

2.6.8 Instalaciones de protección contra incendios

2.6.8.1 Extintores portátiles

La definición de extintor según (RT2-EXT) es la de un aparato que contiene un agente extintor el cuál puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna. Esta presión puede obtenerse por una compresión previa permanente, por una reacción química o por liberación de un gas auxiliar.

Los aspectos realmente prácticos sobre los extintores son la adecuación del extintor al posible siniestro que se produzca, las eficacias de los extintores con arreglo a la Norma Básica y unos criterios generales sobre su colocación.

Respecto a la eficacia y clases de extintores, en la NBE-CPI 96 se recoge que la misma se designa según los valores determinados mediante el ensayo de la Norma UNE 23110 y una letra indicativa de la clase de fuego para la cual es adecuado el agente extintor contenido en el mismo. Así tendremos que el código A, se destina a los fuegos de materias sólidas y el código B para fuego de materias líquidas (en el caso de fuegos de clase A y B la Norma exige que cada extintor tenga la eficacia requerida para cada clase de fuego).

Se dispondrán extintores de eficacia mínima 21A-113B, de manera que escogeremos extintores de polvo polivalente de 9 Kg. para las diferentes naves del complejo, mientras que para el edificio corporativo, además de dos extintores de las anteriores características, se instalarán extintores de CO₂ de 5 Kg., por ser estos muy manejables y versátiles para afrontar cualquier foco de fuego . En ambos casos, los extintores deberán cumplir que puedan ser utilizados de forma rápida y fácil.

En cuanto al emplazamiento y distribución de los extintores móviles, por estar fundamentado su uso en la búsqueda de una acción rápida sobre el incendio en sus comienzos, aparte de la ubicación exigible, debe buscarse una ubicación siempre próxima a las salidas y en los lugares de fácil visibilidad y acceso, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m. del suelo. Deben de ser colocarlos siempre bajo puntos de alumbrado de emergencia si fuere posible.

En todo el recinto del edificio corporativo se dispondrán extintores suficientes para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m.

Extintores de polvo polivalente

a) Sector de incendio de planta baja de edificio corporativo

Se dispondrá un extintor situado en la salida, frente a las escaleras de acceso a la segunda

b) Sector de incendio de primera planta de edificio corporativo

Se dispondrá un extintor al lado de la salida de evacuación, frente a la escalera.

c) Sector nave de mezcla.

Se dispondrán dos extintores, uno en cada salida. La importancia de la situación de los extintores en esta nave es relativa, pues no presenta problemas de evacuación al estar sólo parcialmente cerrada.

d) Sector nave de almacenamiento.

Tres extintores, uno en cada salida de la nave de almacenamiento.

e) Sector nave de maduración

Tres extintores situados en el centro y extremos de la nave, en los laterales de la nave.

Extintores de CO₂

a) Sector de incendio planta baja de edificio corporativo.

Un extintor en fachada del laboratorio.

b) Sector de incendio planta primera de edificio corporativo.

Un extintor en la zona de administración.

c) Nave de almacenamiento

En la Nave de Almacenamiento se instalará un extintor de CO₂ cada 150 m² no siendo superior a 15 metros la distancia a recorrer para acceder a un extintor

2.6.8.2 Instalación de Bocas de Incendio Equipadas

Están destinadas para distribuir el agente extintor en un área limitada, acoplados de forma fija a una red general de agua.

En el edificio corporativo se instalarán dos bocas de incendio equipadas, una en la planta baja en la fachada perteneciente al local de primeros auxilios, y otra en la primera planta en la fachada de la Administración de la Planta.

En la nave de almacenamiento se instalarán tantas Bocas de Incendio Equipadas al menos, como el mínimo señalado por Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios del Real Decreto 1942/1993.

El sistema de Bocas de Incendio Equipadas se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 Kpa (10 Kg/cm²) manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Las bocas de incendio equipadas serán de las siguientes características:

- Armario metálico resistente a la intemperie con frente de cristal, construido en chapa metálica y protegido con una capa de pintura, incluirá marco cromado abatible con bisagras.
- Devanadera metálica, cromada y giratoria para arrollar una manguera.
- La manguera estará conectada a la red de suministro de agua, pudiendo ser 25 mm ó 45 mm de diámetro, siendo su longitud mínima de 20 m. Estará fabricada en poliéster y con recubrimiento interior en caucho sintético s/norma UNE 23091. La presión mínima de servicio será de 15 kg./cm².
- La manguera llevará conectada a su extremo una lanza proyectora de dos o tres posiciones, con proyección en forma de chorro o de nieve y con mecanismo de cierre.
- Existirá una válvula de paso con manómetro indicador de la presión de la red, el manómetro será de acero inoxidable.
- Los racores de unión serán metálicos, con acabado exterior abrillantado y protegido de la oxidación.

El cálculo de las bombas Jockey necesarias para el mantenimiento mínimo de presión en red para este tipo de instalaciones no es objeto de este Proyecto. La empresa

instaladora será la encargada de emprender cuantas acciones sean necesarias para la correcta instalación de las Bocas de Incendio Equipadas.

2.6.8.3 Instalación de detección y alarma

Se decide instalar un sistema de este tipo por considerar necesario un grado de seguridad mayor, pues tenemos un laboratorio con algunas sustancias comburentes y combustibles, aunque específicamente la Normativa vigente no contempla la obligatoriedad de esta instalación.

Las instalaciones de Detección Automática de Incendios, se basan en dos tipos de detectores: térmicos y de humos. En nuestro edificio corporativo y nave de almacenaje se instalarán detectores de humos, que se basan en células fotoeléctricas que al oscurecerse por el humo o iluminarse por reflexión de luz en las partículas de humo, se activan originándose una señal eléctrica.

En la NBE-CPI 96 se realiza una diferenciación entre las instalaciones de detección y alarma y las de alarma propiamente dicha, considerando bajo esta última denominación aquellas que se activan desde un lugar restringido y a través de personas que tengan esta responsabilidad de vigilancia. Esta diferenciación es más teórica que real, por lo que nosotros estableceremos en nuestra nave una instalación de detección y alarma convencional.

El conjunto de la instalación de detección y alarma consta de los siguientes elementos:

- Central de control y alarma.
- Subcentrales de aviso en plantas y/o sectores de plantas.
- Cabezas detectoras.
- Pulsadores para alarma manual.
- Campanas para alarma acústica.
- Instalación de líneas de cables.

Toda instalación de detección y alarma de humos se basa en un panel de control que consta de un Módulo común, que distribuye y controla la energía y otras funciones generales o comunes del panel. El panel dispone de una serie, variable en cantidad según los casos, de Módulos de zona a los que van conectados cada zona o línea de detectores correspondiente. Cada uno de estos Módulos dispone de:

- Piloto de Alarma de fuego, normalmente de color rojo y apagado. En caso de incendio en la zona se enciende.
- Piloto de Alarma de avería, normalmente de color amarillo o ámbar y apagado, que se enciende en caso de avería en esa zona.

- Piloto de energía, normalmente de color verde y encendido, que se apaga cuando falta alimentación en esa zona.
- Pulsador para prueba de lámparas de pilotos.
- Interruptor o pulsador de "Silencio" de alarma.
- Interruptor o pulsador de Prueba.

El panel de control y alarma se alimenta normalmente de corriente continua a 12 (V) o 24 (V), la cual es preparada por un panel de alimentación que recibe corriente eléctrica normal alterna a 220 (V) y la transforma y rectifica. A su vez mantiene en carga a unas baterías de socorro que están continuamente en flotación para alimentar al

Sistema en caso de falta de Energía Eléctrica de la red general. Estas Baterías deben calcularse para que mantenga al Sistema de Detección funcionando durante setenta y dos horas en estado de vigilancia y de media hora en estado de alarma.

El panel de Control y Alarma está diseñado para que cada zona esté supervisada de cualquier corte de cable o desconexión con un Relé sensible a una pequeña corriente que circula por la línea, merced a una resistencia final de línea que se desactiva al interrumpirse ésta, sonando así la alarma de Avería. En nuestro caso, el panel de Control estará situado en la planta primera, en la sala de control.

Aparte de las alarmas ópticas en el panel, ya descritas, siempre se disponen una Alarma Acústica de Fuego y otra de Avería junto al panel, llamadas "Comunes".

La detección de incendios se basa en un sistema que acusa las manifestaciones del fuego según diversos grados de rapidez y seguridad (en este caso detectores de humos). La instalación del cableado, puede realizarse oculta o a la vista, y se efectúa con dos cables de 1,5 mm² de sección para cada derivación de detección.

Debe instalarse una centralita de señalización de detectores, con distribución a tres hilos, también de 1,5 mm², para tener la disponibilidad de instalar repetidores luminosos en las proximidades de cada cabeza.

El cableado en las conducciones verticales puede hacerse bien dentro de tubos metálicos o de plástico rígido, o bien por medio de cable tipo manguera, procurando evitar zonas expuestas a la prolongación de un incendio y, en lo posible, separadas de las restantes instalaciones.

En cuanto a la disposición de los detectores, se basa en las denominadas "Superficies de Control", las cuales son fundamentales a la hora de distribuir los detectores. Debe instalarse un detector cada 60 m² y en pasillos uno cada 11,5 m lineales en el edificio corporativo, y cada 120 m² en la nave de almacenamiento. La nave de maduración y nave de mezcla están exentas de esta instalación, pues la posibilidad de un incendio y sobre todo la propagación del mismo es muy poco probable. Por otra parte los

daños personales de un incidente de esta naturaleza se adivinan casi imposibles y los económicos de muy poca relevancia.

Serán colocados en los falsos techos en el edificio corporativo y adosados a la cubierta mediante elementos metálicos en la nave de almacenamiento.

Los pulsadores para alarma manual o campanas de aviso de la instalación no suelen presentar dificultades de implantación, ya que solamente conectan a dos hilos y su localización no exige gran exactitud. La única condición exigible a los Pulsadores es que estén bien visibles y al alcance de cualquier persona. Se instalarán un pulsador de alarma en cada planta del edificio corporativo, y todos aquellos que recomiende la Normativa de Protección y Detección de incendios en la Nave de almacenamiento.

En cuanto a la previsión de una alarma, lo más adecuado es una alarma de dos tonos con señales de desalojo de urgencia según la Norma AFNOR para no producir pánico, ya que su única finalidad es transmitir desde el puesto de control centralizado una señal perceptible de la existencia de un incendio para sus ocupantes.

Generalmente se completan con otra alarma externa, sirviéndose en este último caso de una ayuda supletoria mediante una lámpara con destellos que tiene por objeto la rápida localización por el servicio de Extinción de Incendios del lugar donde se ha producido el siniestro.

2.6.8.4 Instalación de alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia debe disponerse según indica el artículo 21 de la NBE-CPI 96. En el mismo se manifiesta que será necesario en recintos de ocupación mayor que 100 personas, en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección y cuando haya cuadros de distribución de la instalación de alumbrado en el interior del local. Por tanto, en nuestro caso no sería necesario, si bien su instalación se considera oportuna por completar las instalaciones de protección contra incendios con un coste más que razonable.

En general, la disposición habitual del alumbrado de emergencia es la colocación de los bloques autónomos de señalización a una altura de 2,10 m. del suelo y de tal forma que no se recorran más de 7 m. sin encontrar otra luz y siempre indicando la vía de evacuación más rápida.

En lo que se refiere a las características del alumbrado de emergencia, la instalación debe ser obligadamente fija y dotada de fuente autónoma de energía.

Habitualmente, la solución consiste en baterías en los aparatos autónomos automáticos de 6 ó 12 W. de potencia. Su funcionamiento es automático al producirse el

fallo del alumbrado general o cuando la tensión baja al menos del 70 % de su valor nominal.

Las condiciones de servicio de la NBE-CPI 96 que se determinan en su artículo 21 exigen un suministro mínimo en los ejes que de un paso de iluminación mínima de 5 lux. Esta posibilidad de fallo en el suministro de corriente eléctrica exige la previsión de lámparas de 12 W. colocadas superiormente sobre los mecanismos antes citados y sobre las salidas de evacuación. Por otro lado, resulta taxativa la necesidad de prever esta instalación en escaleras, vestíbulos y accesos.

Como norma general puede considerarse que las lámparas de incandescencia de 3 W. de potencia son suficientes para la iluminación de 6 m² mientras que las de 6 W. iluminan de forma suficiente superficies de 12 m². En el caso de lámparas fluorescentes, las de 6 W. iluminan entre 30 y 60 m².

Una medida complementaria recomendable es la colocación de estos bloques encima de los extintores, pues el manejo de éstos puede ser un factor decisivo para mediante su uso atravesar con decisión y abrirse paso a través de un fuego.

Deben instalarse equipos autónomos con lámparas de 12 W. y baterías también de esa potencia, que nos proporcionarán holgadamente el flujo mínimo de 5 lúmenes/ m², y los situaremos al lado de todos los extintores, en las escaleras de la zona del edificio corporativo, encima de las salidas y de los cuadros eléctricos, y en general, en el recorrido de evacuación de los dos sectores de incendio.

Por último, recordar que este alumbrado deberá poder funcionar durante un mínimo de 1 hora.

2.6.8.5 Instalación de alumbrado de señalización

Debe funcionar de manera permanente, proporcionando en los ejes de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux. Es un complemento de la instalación de alumbrado de emergencia, y se trata básicamente de poner pegatinas luminosas que indiquen la presencia de extintores, pulsadores de alarma y salidas de evacuación, para que los ocupantes puedan localizar rápidamente el elemento en cuestión en caso de incendio.

Por otro lado, también se debe proveer el recorrido de evacuación de los dos sectores de incendio de flechas luminosas que indiquen la dirección y el sentido de la evacuación del sector, distribuidas convenientemente.

2.6.8.6 Instalaciones exteriores

Un extintor manual es un elemento con muy poca capacidad de extinción. Normalmente se agota en unos 20 segundos. Puede por tanto apagar sólo pequeños conatos de incendio.

Si el conato de incendio no es apagado o se ha detectado tarde el incendio, el fuego sólo podrá ser apagado con medios más potentes. Si no se disponen de medios fijos de extinción, el personal de la empresa o los bomberos profesionales necesitarán esos medios de extinción para controlar un fuego que en muchos casos, si no se hiciera así, podría provocar consecuencias desastrosas.

Un camión cuba de bomberos se puede agotar en cinco minutos. Por este motivo se instalarán cuatro hidrantes, capaces de garantizar en todo momento un caudal de agua suficiente para el cuerpo de bomberos.

La instalación de hidrantes de incendios cumplirá con las siguientes condiciones (NTP 42):

- Los hidrantes estarán preparados para resistir las heladas y las acciones mecánicas, cuando sea necesario.
- Se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante, siendo el diámetro de la misma y el del tramo de red al que se conecte, iguales como mínimo, al del hidrante. Dispondrán de válvula de cierre tipo compuerta o de bola.
- Estarán situados en lugares fácilmente accesibles a los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23-033-81: "Protección y lucha contra incendios".
- El diseño y alimentación de la red que, contenga a los hidrantes serán adecuados para, que, bajo la hipótesis de puesta en servicio de los dos hidrantes más próximos a cualquier posible incendio, el caudal de cada uno de ellos sea, como mínimo, de 500 l/mín., para hidrantes Tipo 80 mm., y 1.000 l/min para hidrantes Tipo 100 mm., durante dos horas y con una presión mínima de 10 m.c.d.a.

Para responder a los anteriores requisitos se planea la siguiente instalación:

a) Caseta para alojamiento de equipos de bombeo:

Se construirá una caseta para alojamiento de equipos de bombeo de la red de protección contra incendios, de 2.40x2.40 m y 2.50 metros de altura mínima, realizada en bloques de hormigón gris de 40x20x20 cm, enfoscados y fratasados, con forjado unidireccional de 22+4 cm, formado por viguetas auto resistentes de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm e impermeabilización asfáltica.

b) Equipo de bombeo

- Bomba Jockey de 12 m³/h de caudal, presión de arranque de 6.5 Kg/cm² y presión de parada de 8 Kg/cm².
- Grupo electrobomba principal con caudal de 84 a 126 m³/h, altura manométrica de 84 a 120 m.c.d.a. y potencia de 50 CV.
- Bomba diesel con caudal de 84 a 162 m³/h y 65 CV de potencia.
- Depósito acumulador de 50 l a 17 kg/cm².
- Caudalímetro
- Válvulas y accesorios

c) Cuatro hidrantes. Se instalarán un hidrante en cada extremo de la Nave de Almacenamiento, uno frente al edificio corporativo, y el último en la Nave de Maduración.

No existe un requerimiento de posicionamiento concreto para el hidrante situado en el frente del edificio corporativo, siempre y cuando resulten de fácil acceso a los cuerpos de bomberos.

Serán hidrantes antichoque y antihielo de 3", con tres bocas, una de 70 mm y dos de 45 mm con toma directa a red

d) Las distintas tuberías de la instalación serán de fundición dúctil de 150 mm de diámetro con revestimiento interior de brea-epoxi y exterior de pintura anticorrosión.

e) Depósito contra incendios. Se instalará un depósito exterior de 150 m³ de capacidad. La instalación del depósito correrá a cargo de un instalador debidamente autorizado en Instalaciones Contra Incendios.

El depósito será de categoría 2, tal y como define la norma U.N.E. 23-500-90 de "Sistemas de Abastecimiento de Agua Contra incendios".

El depósito de agua contra incendios estará fabricado en acero al carbono e incorporará como parte de suministro todos los accesorios necesarios (indicadores de nivel, bridas de conexión, etc.), necesarios para el aseguramiento del servicio de protección contra incendios tal y como define el reglamento RD. 1942/1993.

2.6.9 Iluminación

2.6.9.1 Consideraciones generales

El número de luminarias a instalar en cada caso por la empresa adjudicataria deberá ser aquel que proporcione, aproximadamente un nivel de iluminancia medio en servicio que oscile entre los valores recomendados y óptimos ofrecidos por la siguiente tabla, para cada caso particular.

Ver la tabla siguiente:

Clases de local	Iluminancia media servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Optimo
Zonas generales edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Oficinas			
Oficinas normales, salas de proceso de datos, salas de conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 2.44: Iluminancia media recomendada según clase de local

En la tabla anterior tenemos un cuadro simplificado de los niveles de iluminancia en función del tipo de tareas a realizar en el local.

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de ésta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Para la elección de las diferentes luminarias a instalar nos apoyamos en la siguiente tabla:

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente
	Fluorescente
	Halógenas de baja potencia
	Fluorescentes compactas
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes
	Alumbrado localizado: incandescentes
Industrial	Todos los tipos
	Luminarias situadas a baja altura(<6 m): fluorescentes
	Luminarias situadas a gran altura(>6 m): V.S.A.P.
	Alumbrado localizado: incandescentes

Tabla 2.45: Tipo de luminaria más utilizado en cada ámbito de uso

2.6.9.2 Iluminación interior

2.6.9.2.1 Iluminación industrial interior

Para la iluminación interior de las naves de mezcla, almacenamiento y maduración se utilizarán lámparas de descarga de vapor de alta presión (V.S.A.P.), puesto que éstas son las más ventajosas para alturas mayores de 6 metros. Los puntos de luz estarán compuestos por luminaria de aluminio estanco tipo PZE o similar, con lámpara de 250 W/220 V y equipo de encendido.

Para la galería de servicios y la caseta de alojamiento del equipo de impulsión de la instalación contra incendios se emplearán fluorescentes, pues estos ofrecen soluciones de iluminación más eficientes para puntos de luz situados a alturas menores de 6 metros.

2.6.9.2.2 Iluminación interior del edificio corporativo

Debido a la altura de los puntos de luz, 2.5m. se utilizarán fluorescentes por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van desde los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de la luz y apantallamiento.

Se instalarán luminarias fluorescentes de 58 W en todas las dependencias, todas ellas empotradas para una mejor protección y sencilla instalación.

2.6.9.3 Iluminación exterior

En los aparcamientos se utilizarán luminarias de 250W, de 3,5 metros de altura con decorativa esférica, que incorpore un reflector diseñado para limitar la contaminación lumínica con un máximo rendimiento, permitiendo reducir el número de puntos de luz instalados y ahorrar energía.

En los viales que rodean la nave de maduración se luminarias de 150W de vapor de sodio de alta presión montada sobre columna de 9 metros de altura.

2.6.10 Planificación y medios necesarios de ejecución obra

Para el estudio del Programa de Trabajos que debe responder a la ejecución de las obras, correspondiente al proyecto de la planta de compostaje se parte de datos básicos, número de unidades de cada actividad principal y número de días trabajados en cada una de las actividades.

Se ha tomado como inicio hipotético de las obras el día 1 de Abril de 2.005, para la estimación del cálculo de días útiles de trabajo, sin que ello represente un condicionante en la planificación de los trabajos presentada y esta se ajustará a la fecha real de comienzo que se estime oportuno.

El plazo de ejecución propuesto para la construcción de la obra es de seis (6) meses, transcurridos desde la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. Para la elaboración del programa de trabajos se han tenido en cuenta los días y horas útiles mensuales, cuyo cálculo se ha basado en las isóneas de lluvia y temperatura del Principado de Asturias, editadas por el MOPTMA, actual Ministerio de Fomento.

Debe tenerse en cuenta que este apartado de Planificación y estudio de medios necesarios es meramente orientativo, siendo responsabilidad del Contratista la elaboración de un estudio más detallado si fuera necesario y procurar los medios necesarios para la correcta ejecución de la obra.

2.6.10.1 Determinación de los días útiles de trabajo

Para la realización del programa de trabajos se han considerado los resultados del estudio climatológico adjunto, en él se han calculado los coeficientes de reducción para los distintos trabajos. Los medios de los coeficientes de reducción para los distintos trabajos ya se han tenido en cuenta en los rendimientos antes mencionados.

De acuerdo con la publicación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, denominada "Isóneas de Coeficientes de Reducción de

los Días de Trabajo", conviene recordar que el cálculo de los días realmente trabajados de cada mes intervienen dos clases de reducciones:

- Los días festivos que varían según el año y la localidad, cuya importancia es notable.
- Los días de climatología adversa cuya incidencia se traduce en el coeficiente de reducción a aplicar a los días laborables y que ha de determinarse por clase de obra.

De otro lado las clases de obra consideradas son:

- Explanaciones
- Hormigones hidráulicos
- Materiales granulares
- Mezclas bituminosas

Condiciones límites

Por cada clase de obra definida se entiende por día útil de trabajo en cuenta a climatología se refiere, el día que la precipitación y la temperatura del ambiente sean inferior y superior respectivamente a los límites que más adelante se definen. No se tienen en cuenta las altas temperaturas del ambiente que impidan la puesta en obra del hormigón, tanto por el número inapreciable de días que se dan, como por caer dentro del microclima de una zona reducida. Son necesarias las siguientes definiciones:

- Temperatura límite ambiente para las manipulaciones de materiales naturales húmedos. Se define como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos, la de 0°C.
- Precipitación límite. Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm/día y 10 mm/día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia y el segundo limita el resto de trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm/día, no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

Coeficientes de condiciones climatológicas

Se definen los siguientes coeficientes climatológicos:

Coeficiente por helada:

MESES	H	T	T'	L	L'
Enero	0,96	0,6	0,22	0,87	0,64
Febrero	0,94	0,63	0,22	0,88	0,72
Marzo	1	0,72	0,27	0,89	0,69

Abril	1	0,81	0,5	0,93	0,69
Mayo	1	1	0,9	0,95	0,67
Junio	1	1	1	0,95	0,69
Julio	1	1	1	0,96	0,74
Agosto	1		1	0,94	0,7
Septiembre	1		1	0,89	0,68
Octubre	1		0,78	0,83	0,6
Noviembre	1	0,92	0,5	0,83	0,59
Diciembre	1	0,71	0,26	0,84	0,52

Tabla 2.46: Cuadro coeficientes de condiciones climáticas adversas de la zona de obras

H= Temp. superior a 0°C (Heladas).

T= Temperatura superior a 5°C.

T'= Temperatura superior a 10°C.

L= Precipitación inferior a 10mm/día.

L'= Precipitación inferior a 1mm/día.

Coeficientes de reducción

Para el cálculo de los coeficientes a aplicar a cada clase de obra, se consigna el factor meteorológico que afecta a:

Clase de obra	Factores que afectan a la obra				
	H> 0°C	L< 10mm	L'< 1mm	T> 5°C	T'>10°C
EXPLANACIONES	*****	*****	*****		
HORMIG. HIDRAUL.	*****	*****			
M. GRANULARES	*****	*****			
M. BITUMINOSAS			*****		*****

Tabla 2.47: Factores meteorológicos que afectan a la obra

Por tratarse de fenómenos con probabilidad independiente, y como el trabajo ha de suspenderse cuando concurra una de varias condiciones adversas, se aplican reiteradamente los coeficientes de reducción correspondientes.

El coeficiente de reducción que se aplica a cada clase de obra es:

Explanaciones	$C_m = (L+L') \times H/2$
Hormigones hidráulicos	$C_m = H \times L$
Materiales granulares	$C_m = H \times L$
Mezclas bituminosas	$C_m = L' \times T$

Tabla 2.48: Coeficientes ver a continuación

Cálculo de los días útiles de trabajo

En el cálculo de los días útiles de trabajo para cada mes, intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos, variables según el año y localidad, y cuya importancia es notable.
- Los días de climatología adversa.

Dado que los días festivos pueden ser también de climatología adversa, adoptaremos el criterio propuesto en la publicación de la Dirección General de Carreteras. Si para un mes determinado, C_f representa el coeficiente de reducción de días festivos y C_m representa el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, $(1 - C_m)$ representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y $(1 - C_m) \times C_f$ la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total será, por lo tanto:

$$G = 1 - (1 - C_m) \times C_f \quad (23)$$

Meses	Días laborales.	Explanada	Hormigones	M. Granular
2016				
Abril	0.86	0.95	0.95	0.59
Mayo	0.86	0.95	0.95	0.67

Junio	0.86	0.95	0.95	0.68
Julio	0.91	0.95	0.95	0.73
Agosto	0.86	0.95	0.95	0.71
Septiembre	0.85	0.95	0.95	0.65
Octubre	0.80	0.90	0.90	0.60

Tabla 2.49: Coeficientes de reducción

Meses	Días laborales.	Explan.	Hormigones	M. Granular	M. Bituminosas
<i>2017</i>					
<i>Abril</i>	<i>20</i>	<i>16</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>11</i>
<i>Mayo</i>	<i>21</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>14</i>
<i>Junio</i>	<i>22</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>14</i>
<i>Julio</i>	<i>21</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>16</i>
<i>Agosto</i>	<i>23</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>15</i>
<i>Septiembre</i>	<i>22</i>	<i>17</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>13</i>
<i>Octubre</i>	<i>20</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	<i>13</i>
<i>Total</i>	<i>146</i>	<i>125</i>	<i>138</i>	<i>138</i>	<i>96</i>
<i>Media mensual</i>	<i>20,83</i>	<i>17,82</i>	<i>19,69</i>	<i>19,69</i>	<i>13,63</i>

Tabla 2.50: Días útiles por clase de obra

2.6.10.2 Implantación en obra y replanteo

2.6.10.2.1 Obras generales

Durante el primer mes y medio de ejecución de la obra se procederá a realizar el replanteo y el montaje de las instalaciones de obra, caseta de oficinas, casetas de Higiene y acometidas de electricidad y agua.

Instalaciones en obra

Se han previsto las siguientes instalaciones provisionales en obra:

- Caseta de oficina del contratista
- Vestuario para personal
- Aseos
- Comedor

- Almacén
- Taller de ferrallado y encofrado

2.6.10.2.2 Obras generales

Se prevén las siguientes actuaciones:

Movimiento de tierras

Una vez iniciado el replanteo de la obra se procederá a la excavación y transporte de tierras.

Los principales volúmenes aproximados de este capítulo son los siguientes:

- 89.000 m³. Excavación en explanaciones.
- 84.000 m³. Transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.
- 5000 m³. Terraplén.

El equipo de ejecución necesario para la realización de estas unidades se encontrará constituido de la siguiente manera:

- 1 Retroexcavadoras s/cadenas de 80 m³/h.
- 1 Retroexcavadora con martillo picador de 55 m³ /h.
- 1 Tractor s/cadenas de 90 m³/h.
- 1 Cargadora s/n 988.
- Camiones de 15 m³, que sean necesarios.
- 3 Peones.

El rendimiento medio de este equipo es de 1.800 m³/día, por lo que el plazo previsto para la ejecución de esta actividad es de 50 días útiles de trabajo.

Excavación en zanja

Para la excavación de tierras se contará con una retroexcavadora de 73 c.v. y 80 m³/h, 1 peón y 1 maquinista.

El rendimiento medio de este equipo es de 575 m³ /día.

Rellenos

Para la ejecución de los rellenos se ha previsto el siguiente equipo:

- 1 Retroexcavadora cargadora 4x4 de 76 c.v. y 75 m³/h alquilada.
- 1 Compactador manual.
- 1 Compactador de 12 c.v. y 30 m³/h alquilado.
- Peones.
- Maquinistas.

El rendimiento medio de este equipo es de 300 m³/día.

Equipo de transporte y extendido de zahorras

- 1 Motoniveladora de 150 c.v. y 200 m³ /h.

- 1 Compactador vibrat. Autopr. 200 m³ /h.
- 1 Cisterna de 8.000 l.
- 1 Encargado.
- 2 Peones.
- Útiles y herramientas.

Los rendimientos medios de este equipo, son de 900 m³/día en extendido y compactado de base granular.

2.6.10.2.3 Obra civil

Los volúmenes de hormigón, acero y encofrado utilizado en las distintas obras, son los siguientes:

OBRA DE FABRICA	HORMIGÓN (M3)	ENCOFRADO(M2)	ACERO(KG)
MUROS DE CONTENCIÓN	830	1.106	60.400
PLANTA Y VIAL INTERIOR	3.650		18.250
TOTAL	4.480	1.106	78.650

Tabla 2.51: Volúmenes de Hormigón, acero y encofrado utilizado.

a) Hormigones

La demanda de hormigones más importante se centra en la ejecución la losa de la planta y vial interior ya que son las únicas que pueden presentar un camino crítico, considerando su ejecución a lo largo de 4 semanas para la ejecución de los muros y 9 semanas para la losa, requiere un rendimiento medio diario de $(830 \text{ m}^3/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 46 \text{ m}^3/\text{día}$ para hormigones en muros. Para tal fin se emplearán un equipo compuesto por:

- 1 Encargado
- 2 Oficiales
- 2 Ayudantes

Con la siguiente maquinaria:

- 1 Camión bomba de hormigón de 135 c.v. y 55 m³/h.
- 2 Compresores con vibradores de 34 c.v. y 3,7 m³/min.
- 1 Camión bomba de hormigón (de reserva).

Estos equipos tienen capacidad para ejecutar la puesta en obra de 60 m³/día de hormigón cada uno para hormigón en muros.

Para hormigón en losas se requiere un rendimiento medio diario de $(3.650 \text{ m}^3/9 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 89 \text{ m}^3/\text{día}$ para hormigones en losas. Para tal fin se empleará un equipo compuesto por:

- 1 Encargado
- 1 Oficiales
- 3 Peones

Estos equipos tienen capacidad para ejecutar la puesta en obra de $200 \text{ m}^3/\text{día}$ de hormigón.

b) Acero en redondos:

Durante las obras será necesario cortar, doblar y colocar en obra unos 187.484 Kg. de acero en armaduras, para lo cual se instalarán un taller de ferrallado que garantice una producción de $(60.400 \text{ Kg}/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0.9) = 3.322 \text{ Kg.}/\text{día}$ para los muros de contención. El personal de taller estará formado por un encargado que dirigirá a una cuadrilla de ferrallas formadas por un oficial y dos peones, dotados de un camión grúa para el movimiento de acero.

Quedando el equipo de ferrallado compuesto por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Cizalladora de 1,5 c.v.
- 1 Alba C de 3 c.v.
- 1 Camión de 120 c.v.
- 1 Encargado
- Oficiales
- Peones

El rendimiento medio de este equipo es de $4.000 \text{ Kg.}/\text{día}$

c) Encofrado y cimbrado

Las mediciones de encofrado son de 1.106 m^2 que considerando cuatro semanas de ejecución requieren un rendimiento medio de $(1.106 \text{ m}^2/4 \text{ semanas} \times 5 \text{ días/semana} \times 0,9) = 62 \text{ m}^2/\text{día}$.

Considerando el empleo en su mayor parte de encofrados en grandes paneles tipo Peri, será necesario disponer en obra de unos 300 m^2 de encofrados. El personal será dirigido por un encargado y estará formado por una cuadrilla, formada por tres oficiales, tres ayudantes y tres peones. La maquinaria empleada será una camión grúa. Cada cuadrilla de encofrado tiene capacidad para ejecutar la puesta en obra de $180 \text{ m}^2/\text{día}$.

Quedando el equipo de encofrado formado por el siguiente personal y maquinaria:

- 1 Camión grúa marca Luna GT20/22.

- 300 m² Encofrados.
- 1 Encargado.
- 3 Oficiales.
- 3 Ayudantes.
- 3 Peones.

2.6.10.2.4 Seguridad e higiene

Desde el principio de la obra y hasta el fin de la misma, se cumplirá con el Plan de Seguridad e higiene en el trabajo, presentado al inicio de la obra y de cuya rigurosa ejecución se encargará el Jefe de Seguridad.

2.6.10.2.5 Conclusiones

En la presente Memoria Constructiva se ha descrito el proceso de ejecución de las obras que se realizará, en el que destacamos los siguientes puntos:

- Oficinas e instalaciones a ubicar en las proximidades de la obra.
- Con carácter mensual en general, y quincenal o semanal para actividades críticas, se revisarán el cumplimiento del Programa de Trabajos, tomando las medidas oportunas para corregir desvíos, pudiendo estar estas medidas contempladas en el incremento de los equipos anteriores si el desfase así lo exigiera.

Se adoptará un Sistema de Calidad por parte de la empresa constructora, adjudicataria de las obras, y previamente al comienzo de los trabajos se completará el desarrollo para su implantación en la obra. Su desarrollo, así como la eficacia de su implantación será supervisada por la Dirección de Calidad mediante las auditorías de Calidad periódicas llevadas a cabo por un servicio de Auditorías, de las que informará al

Comité de Gerencia, proponiéndole las medidas correctoras necesarias a adoptar para corrección de eventuales desviaciones o mejora de la eficacia del sistema implantado.

Por tanto la adjudicataria dispondrá los medios necesarios, para que la ejecución de las obras cumpla con los requisitos de calidad que marca la normativa existente, efectuando los ensayos y controles recogidos en:

- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes PG-4/88".
- "Instrucciones para el Proyecto y Ejecución de obras de hormigón armado, en masa y pretensado EH-91 y EP-93".
- "Estructuras de acero (EA-95)".
- "Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnico Complementarias.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-93).
- Todas aquellas normas, recomendaciones e instrucciones que existan, y guardan relación con las unidades de obra de este proyecto.

2.7 Bibliografía de la memoria

2.7.1 Artículos de revista científica

Agamuthu, P., Choohg, L.C., Hasan, S., Praven, V.V. Kinetic Evaluation of composting of agricultural Wastes. *Environemntal Technology*, 2000, 21(2), 185-192

Bernal, M.P., López-Real, J.M., Scott, K.M. Application of natural Zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a laboratory composting simulator. *Bioresource Technology*, 1993, 43, 35-39

Bono, J.J., Chalaux, N. & Chabbert, B. Bench-Scale Composting of Two Agricultural Wastes. *Bioresource Technology*, 1992, 40, 119-124

Burés, O., Soliva, M. Composting sewage sludge-pine bark. *Acta Horticulturae*, 1983, 150, 545-551

Echeandia, A. Tratamiento aerobio de la gallinaza. Seminario de residuos Ganaderos, Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Fundación La Caixa, 1992, 57-66

Fernandes, L., Zhan, W., Patni, N.K., Jui, P.Y. Temperature distribution and variation in passively aerated static compost piles. *Bioresource Technology*, 1994, 48, 257-263

Fundación La Caixa. Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura. Ed. AEDOS, Madrid (1995).

González, J.L., Benitez, I.C., Pérez, M.I., Medina, M. Pig slurry compost as Wheat Fertilizers. *Bioresource Tecnology*, 1992, 40, 125-139

Guerra-Rodriguez, E., Vázquez, M., Diaz-Raviña, M. Co-composting of barley wastes and solid poultry manure, *Bioresource Tecnology*, 2000, 75, 223-225

Sala Villaplana, F. Disminución de lixiviación durante el compostaje de RSU por adición de compost maduro. *Tecno Ambiente*, 1992, 18, 41-45

Mantecón Pascual, R. Planta de compostaje de restos de poda y lodos de depuradora en Castelldefels (Barcelona), *TecnoAmbiente*, 1994, 35, 27-37

2.7.2 Libros

Marañón, E., Sastre, H., Castrillón, L., Glez-Prendes, J.M., Pertierra, J. y Berrueta. Generación de residuos de ganado vacuno (purines) en Asturias. Problemática y tratamiento. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, 1998

Herranz, D., Ibáñez, E. y Sánchez, F. Proceso de compostaje *ENVITAL*". Residuos No. 44, 1998

Nogales, R. y col. Uso agrícola de los compost y vermicompost de basuras urbanas. *Residuos*, año V, No. 27, 1995

Tejada, M., Dobao, M.M., Benítez, C. y González, J.L. Calidad del compost de residuos sólidos urbanos. *Residuos* No. 44, 1998

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S.A. Gestión Integral de RSU, McGraw Hill, Madrid, 1994

3 ANEXOS

3.1 Estudio de Impacto Ambiental

3.1.1 Introducción al estudio de impacto ambiental

Todas las actividades desempeñadas por el ser humano implican una serie de perturbaciones en el medio ambiente que le rodea. Debido a ello, se han desarrollado diversas normas legales sobre impacto ambiental, con el fin de controlar aquellas actividades que producen los impactos más importantes en el entorno. En los anexos I y

II de la Ley 6/2001 se incluye una lista de las actividades sujetas al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Es fundamental la realización de dichos estudios y análisis para desarrollar las actividades referidas dentro de un marco de cumplimiento de la normativa legal vigente, así como para alcanzar el objetivo fundamental del VI Programa de Medio Ambiente de la Unión Europea: El Medio Ambiente 2010, el futuro en nuestras manos. Ello no quiere decir que no se deban realizar las actividades a evaluar, sino que deben llevarse a cabo de una forma racional.

La planta de compostaje presentada en este proyecto se encuadra en el anexo II de la Ley 6/2001 dentro del grupo 9, referido a las instalaciones de eliminación de residuos no incluidas en el anexo I. Por tanto, se pone de manifiesto la necesidad de la realización de un estudio de Impacto Ambiental, como paso ineludible para la puesta en marcha de este proyecto.

De acuerdo con la legislación vigente, el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debe incluir los apartados siguientes:

- Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales.
- Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energías resultantes.
- Una exposición de las principales alternativas estudiadas y de las principales razones que justifican la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.
- Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

3.1.1.1 Definiciones de interés

3.1.1.1.1 Concepto de medio ambiente

Según la definición de la Unión Europea, medio ambiente es “la combinación de elementos cuyas complejas interrelaciones constituyen el marco, el entorno y las condiciones de vida del individuo y la sociedad, tal como son o tal y como se perciben”.

De marcado signo antrópico, esta definición hace referencia al medio ambiente en torno al ser humano y su sociedad, aunque bien podría ser aplicado a cualquier ser vivo o cualquier elemento físico. El medio ambiente, según la definición de la Unión Europea, está formado por una serie de elementos entre los que existen una complicada red de mecanismos que los interrelacionan, es decir, el medio ambiente es un sistema de elementos interdependientes.

Los cambios efectuados en uno sólo de los elementos que componen el medio ambiente pueden difundirse y extenderse al conjunto de éste, a través de una espesa red de interrelaciones. Se entiende por cambio global en el medioambiente aquellas alteraciones en los sistemas naturales, físicos o biológicos, cuyos impactos no son y no pueden ser localizados, sino que afectan al conjunto de la tierra.

Los sistemas naturales, físicos o biológicos, se hallan sometidos a importantes procesos de cambio y transformación. Estos cambios han sido continuos desde la conformación de la tierra, pero han sufrido una aceleración y, en algunos casos, un cambio de dirección en los últimos doscientos años, debido a la intervención humana.

Se plantea así una doble visión del medio ambiente:

- Una visión globalizadora y completa que entiende el medio ambiente como un complejo mecanismo en evolución constante.
- Una visión fragmentada o especializada de cada uno de sus elementos, entendidos como parte de un sistema, es decir, el propio elemento y sus interrelaciones ambientales.

A partir de esta doble visión del medio ambiente surgirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el concepto de impacto global, como la alteración sufrida por todo un sistema, y el concepto de impacto ambiental específico, como la alteración que afecta a uno de los elementos del medio, así como a sus interrelaciones.

Es asimismo importante tener en cuenta que el conjunto de elementos y las interrelaciones que les caracterizan pueden ser vistos y entendidos parcialmente en grandes grupos de elementos y relaciones; es decir, el sistema ambiental comprende varios subsistemas que permiten un entendimiento y análisis parcial del mecanismo global.

Finalmente, de la definición de medioambiente de la Unión Europea emana el concepto de percepción social del medio, es decir, no sólo se entiende el medio ambiente y sus elementos a partir de la visión que proporciona el conocimiento científico, sino que también se entiende a partir de la valoración que de ellos haga la sociedad.

3.1.1.1.2 Concepto de impacto ambiental

Se entiende por impacto ambiental “la alteración inducida en el Medio Ambiente por una actuación determinada, tal y como es y tal y como se percibe”.

El término alteración se refiere al desarrollo de un cambio en el complejo sistema de elementos e interrelaciones que constituyen el medio ambiente. Esta alteración será valorada y entendida, tanto en términos objetivos, como en términos subjetivos o de percepción.

En este Estudio de Impacto Ambiental, se entenderá por “impacto” el efecto producido por una determinada actuación, así como la gravedad o valor que posee dicho efecto. Ciertos autores consideran que el “efecto ambiental” es la alteración que se produce en el medio ambiente como consecuencia de las actuaciones de determinados proyectos o actuaciones (por ejemplo, el movimiento de tierras en una construcción de autopista), mientras que el “impacto ambiental” es la consecuencia del efecto ambiental, representada por las variaciones en los atributos ambientales y expresada en términos cualitativos o cuantitativos (por ejemplo, la erosión producida por el movimiento de tierras).

En cualquier caso, todos los autores coinciden en identificar la relación de causa-efecto que subyace en el concepto de impacto ambiental, es decir, el impacto se estudiará siempre como resultado de una actuación determinada de la que puede ser efecto directo o indirecto.

Los efectos directos aparecen como consecuencia inmediata a la aplicación de una determinada actuación sobre un elemento del medio, mientras que los efectos indirectos tendrán lugar a partir de modificaciones en las interrelaciones que dicho elemento sustenta con otros elementos constituyentes del sistema.

En esta relación causa-efecto que subyace en el concepto de impacto ambiental, es importante considerar el concepto de “acción de proyecto” o causa primera de impactos, y el concepto de “factor ambiental”. Debe remarcarse de esta manera lo siguiente:

- Se entiende por “acción de proyecto”, cualquier elemento estático o dinámico del proyecto que pueda provocar una alteración ambiental.
- Se entiende por “factor ambiental”, el elemento o aspecto del medio ambiente que puede verse alterado, directa o indirectamente, por el proyecto a desarrollar.

El concepto de impacto ambiental surge de cruzar los dos conceptos anteriormente expresados, con la consiguiente dificultad para valorar que impactos son más perjudiciales para el medio. Determinar el valor de un impacto concreto es una tarea realmente delicada, ya que no se debe tener en cuenta únicamente el efecto en sí (magnitud del impacto), sino también la valoración que la sociedad hace del mismo

(importancia del impacto). Así una misma actuación que provoque un mismo impacto en dos zonas distintas no tiene porqué poseer la misma valoración de impacto ambiental.

3.1.1.1.3 Concepto del valor del impacto

El objetivo básico de la Evaluación de Impacto Ambiental es establecer la admisibilidad de las actuaciones que se someten a dicho proceso, es decir, hasta qué punto es permisible para el medio ambiente que se produzcan los efectos de una actividad concreta.

La “admisibilidad” de los efectos de una actividad o, por el contrario, su “gravedad”, se incorpora a la propia esencia del impacto, como una referencia social del valor que posee. Lógicamente, no es la única referencia que se toma, ya que no existen efectos que son reactivos de procesos irreversibles, en algunos casos, y en otros son inocuos. Es decir, también hay cierta base científico-técnica en la determinación de dicha gravedad o admisibilidad.

Esta dualidad científico-social del valor del impacto es muy compleja, de manera que si bien ambas esferas de la valoración son entendibles en sí mismas, operativamente presentan numerosas dificultades a la hora de establecer la gravedad o admisibilidad de un impacto.

La valoración del impacto ambiental tiene lugar en la última fase de la evaluación de impacto ambiental, y consiste en transformar los impactos, medidos en unidades heterogéneas, a unidades homogéneas de impacto ambiental, de tal manera que permita comparar alternativas diferentes de un mismo proyecto y también de proyectos distintos.

Existen diversos métodos para calcular el valor de los impactos, cada uno de los cuales ha intentado hacer frente a la dualidad del mismo.

3.1.2 Descripción del proyecto y sus acciones

Se proyecta una planta de compostaje en el Concejo de Carreño, para la valorización de la fracción orgánica de los residuos de gallinaza, que están alcanzando una cuota muy importante en el Concejo de Carreño (alrededor del 60% de la producción de toda Asturias). De esta manera se convierte un residuo contaminante como la gallinaza en un producto, el compost, apreciado fertilizante orgánico natural de importante valor comercial.

Las actuaciones más destacas que supone la ejecución de este proyecto son las siguientes:

- Desbroce y movimiento de tierras, como labores preliminares de adecuación de la finca.

- Construcción de 5 túneles de fermentación, incluyendo la correspondiente infraestructura de gestión de lixiviados y de gases y olores provenientes de los mismos. Esto incluye el depósito de lixiviados y la construcción del biofiltro.
- Construcción de la nave de mezcla, nave de maduración, nave de almacenamiento, edificio corporativo y galería de servicios.

3.1.3 *Inventario ambiental*

3.1.3.1 *Introducción al inventario ambiental*

Los Inventarios Ambientales son la base de la que parte cualquier Estudio de Impacto Ambiental. Es de comprender que si no se realiza adecuadamente esta parte del trabajo, estaremos incrementando considerablemente la posibilidad de error, al dar por supuestas u obviar determinadas cuestiones que en realidad son diferentes.

La función del “Inventario Ambiental” es caracterizar el entorno en el que se localiza el proyecto, identificando su evolución y mecanismos de interacción, así como la calidad y la fragilidad de sus elementos ambientales. Se define:

- Calidad: valor intrínseco del factor ambiental de acuerdo a criterios de conservación, representatividad, exclusividad, función ambiental y/o interés social.
- Fragilidad: capacidad que tiene un factor ambiental de verse alterado por las acciones de proyecto de una actuación determinada.

El inventario debe incluir, al menos, los factores ambientales básicos, dependiendo el grado de detalle del análisis, del tipo de medio y del tipo de proyecto. El ámbito geográfico de estudio del inventario ambiental dependerá de la fragilidad de estos factores ambientales.

El inventario ambiental se estructura en cuatro grandes grupos de factores ambientales: el medio físico, el medio biótico, el paisaje y el medio socioeconómico.

Estos apartados tratarán sobre el análisis de cada uno de los aspectos y se desarrollarán en función del tipo de proyecto y del tipo de medio en que éste último se ubica.

3.1.3.2 *Inventario ambiental. Medio físico*

3.1.3.2.1 *Estudios climatológicos*

El estudio del factor climático es básico en todo Estudio de Impacto Ambiental, pues define el marco de la evolución de los mecanismos ambientales. Además, es importante en tanto en cuanto condiciona los procesos ambientales existentes, especialmente la evolución y los ciclos de los seres vivos, así como la sucesión de los

ecosistemas, el desarrollo de las alteraciones introducidas por el proyecto y el diseño de las posibles medidas preventivas y correctoras.

El estudio del clima parte, generalmente, de la recogida de datos para las variables siguientes:

- Temperatura. (Climodiagrama)
- Precipitación. (Climodiagrama)

El conjunto del Principado de Asturias y por ende el concejo de Carreño, posee un clima marítimo de la costa oeste, lluvioso, ya que todo él recibe la influencia de los vientos dominantes del oeste que traen masas de aire húmedas, ya sean estas polares o tropicales. Pero además, el efecto barrera que ofrece la cordillera Cantábrica da a los valores del clima un fuerte gradiente entre el norte y el sur. Los centros de acción que definen el clima asturiano son el frente polar y el anticiclón de la Azores.

Asturias tiene un clima de temperaturas suaves, la media del mes más cálido no supera los 20 °C, con una amplitud térmica reducida (entre 8 y 15 °C). En verano no existen meses a aridez. Las medias de las temperaturas mínimas se dan en invierno. Existe un fuerte gradiente de norte a sur. Las temperaturas más cálidas se dan en la costa entre, Gijón y Villaviciosa, unos 19 °C. En el Concejo de Carreño, igual que en el resto del litoral del Principado de Asturias, no hay ningún mes de heladas seguras, aunque sí hay dos meses de heladas probables.

Las precipitaciones son abundantes, siempre por encima de los 800 mm. El máximo se alcanza en invierno y el mínimo en verano, aunque en la costa hay un máximo secundario en primavera. La zona menos lluviosa del Principado de Asturias, es la costa, desde Villaviciosa hasta Vegadeo; en la que se incluye el Concejo de Carreño, y se extiende hasta Oviedo. Aquí caen menos de 1 000 mm. A medida que ascendemos en las montañas el efecto barrera hace que las precipitaciones aumenten rápidamente hasta alcanzar más de 1 600 mm anuales en todo el sector montañoso del sur.

Las zonas costeras del Principado de Asturias, como el Concejo de Carreño, están sometidas a vientos constantes, que frecuentemente llegan a ser fuertes. Cuando los vientos soplan de la meseta, del sur, el efecto “foehn”, despliega toda su potencia. Son vientos ya de por sí secos, pero que se resecan aún más al dejar la humedad en la vertiente sur. Tras pasar por las cumbres de la cordillera a más de 1.800 metros de altitud comienza a descender rápidamente y a recalentarse hasta llegar al nivel del mar. Son vientos muy fuertes e inesperados. Este meteoro puede cambiar el tipo de tiempo en cuestión de horas, y pasar de un tiempo nublado y fresco (8 °C) a otro soleado, ventoso y caluroso (30 °C). Es una situación esporádica que se repite varias veces durante el invierno.

En toda la región son frecuentes las nieblas matinales en primavera, sobre todo en el fondo de los valles y la costa. En verano es normal que amanezca nublado pero que se vaya despejando a medida que se calienta el día.

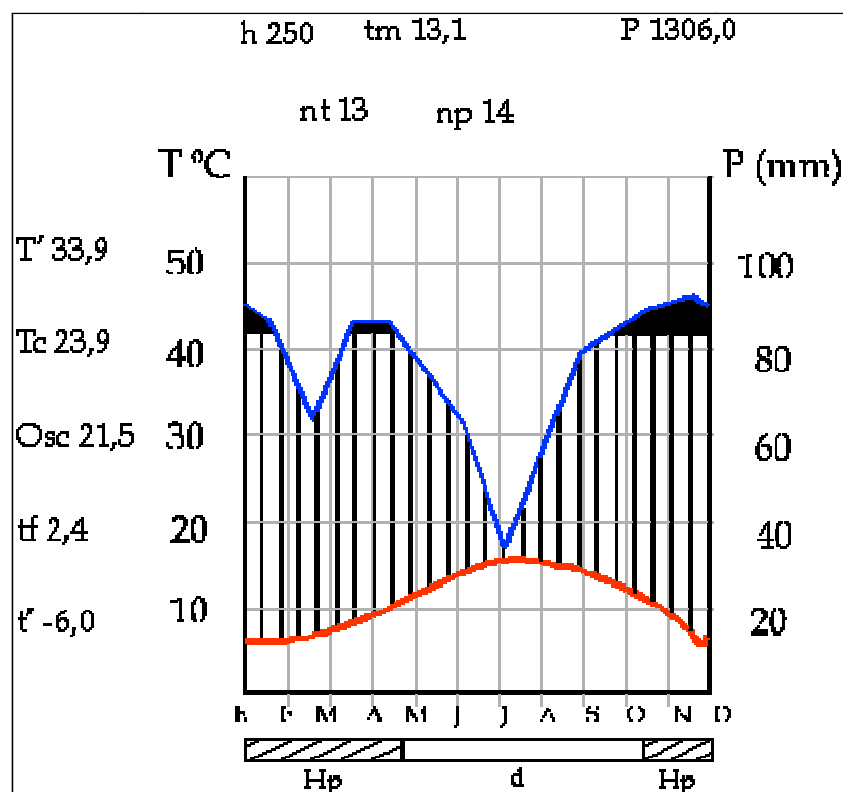


Figura 3.32: Climodiagrama de estación meteorológica cercana al concejo de Carreño

Donde

- nT = número de años observando las temperaturas.
- nP = número de años observando las precipitaciones.
- Ta = temperatura máxima absoluta.
- T' = media de las temperaturas máximas absolutas anuales.
- Tc = media de las temperaturas máximas diarias del mes más cálido.
- T = media de las temperatura máximas.
- Osc = oscilación térmica. ($Osc = Tc - tf$)
- t = media de las temperatura mínimas.
- tf = media de las temperatura mínimas diarias del mes más frío.
- t' = media de las temperaturas mínimas absolutas anuales.
- ta = temperatura mínima absoluta.
- tm = temperatura media. ($tm = T + t/2$ o $tm = T' + t'/2$)
- P = media de las precipitaciones anuales.
- h = media de las horas de sol anuales.

- Hs = heladas seguras.
- Hp = heladas probables.
- d = días libres de heladas.
- La zona negra significa que hay exceso de agua.
- La zona punteada significa que hay déficit de agua

3.1.3.2.2 Estudios atmosféricos

La atmósfera constituye una importante reserva de elementos necesarios para los ciclos vitales y los procesos de producción de biomasa. Además, la composición y dinámica atmosféricas determinan la distribución, transporte y dilución de contaminantes en un amplio ámbito espacial, con lo que la alteración de sus componentes es un efecto grave en sí mismo y provoca una serie de efectos indirectos sobre otros elementos del medio ambiente (afecciones sobre la salud humana, afecciones sobre la fauna y la flora, afecciones sobre el patrimonio, etc.).

El estudio de la atmósfera, por tanto, se debe llevar a cabo teniendo en cuenta la composición y dinámica de este subsistema terrestre.

El estudio del régimen de vientos (velocidad y dirección) o régimen dinámico atmosférico, forma parte de la caracterización del clima. Este estudio se lleva a cabo elaborando las llamadas “Rosas de los Vientos”. Por su parte, para determinar los componentes presentes en el aire, se pueden llevar a cabo análisis experimentales directos (tomas de muestras), con objeto de determinar las concentraciones presentes o niveles de inmisión de cada uno de los componentes atmosféricos (partículas sólidas, aerosoles, gases SO_x, NO_x, CO, compuestos complejos, mercaptanos, etc.).

El conocimiento de las pautas de movimiento de las masas de aire es importante para determinar el transporte de contaminantes y la capacidad de dilución de la atmósfera; es decir, conocer la dinámica atmosférica resulta vital para dilucidar el posible efecto o impacto de la emisión de contaminantes a la atmósfera. El impacto sobre la calidad de aire de un proyecto determinado se considera en sí mismo, y también por sus consecuencias o impactos indirectos sobre los posibles receptores.

La fragilidad de la calidad del aire está relacionada con la capacidad de dilución de los contaminantes. La calidad del factor aire se puede valorar en función de sus condiciones de salubridad y la proximidad a los valores críticos de alguna de las sustancias incluidas en la legislación vigente sobre prevención de la contaminación atmosférica.

El viento es un elemento climático poco conocido en Asturias debido al reducido número de estaciones que lo miden y a la ausencia de elaboraciones estadísticas actualizadas de los datos. En Asturias, el hecho más destacable y de más importancia en

cuanto al régimen de vientos es su marcada estacionalidad, hecho fundamental para comprender la alternancia de tipos de tiempo en la región.

Durante la estación fría, los vientos en el litoral asturiano son preferentemente del Suroeste (un 34% en Carreño y un 27% en el Aeropuerto en enero). Esta dominancia de vientos del SO responde a una situación meteorológica frecuente en esta época del año, en la que el anticiclón de las Azores se retira hacia el Sur y permite una trayectoria mucho más meridional de las borrascas atlánticas. Los vientos del SO sólo provocan precipitaciones en las zonas de montaña, ya que el efecto de ladera se muestra en las vertientes de León y en las sierras gallegas. La mayoría del territorio asturiano queda en una situación de abrigo tras la Cordillera y las precipitaciones son escasas o nulas.

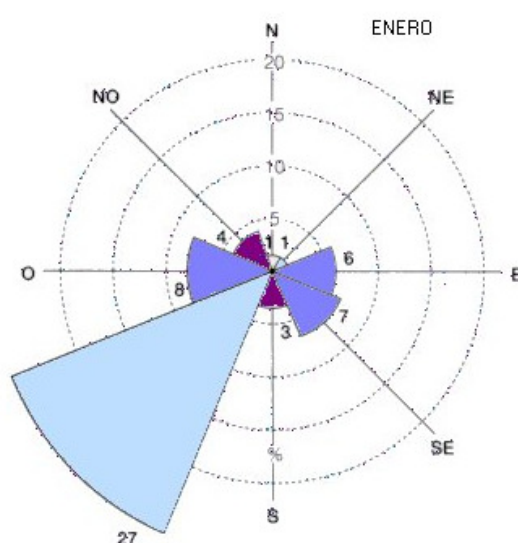


Figura 3.33: Rosa de los vientos del mes de Enero (Estación Aeropuerto de Asturias)

En el verano, la situación es muy diferente, pues el desarrollo del anticiclón de las Azores implica una trayectoria de las borrascas más septentrional, de forma que afectan moderadamente al litoral cantábrico. Dominan en estos meses los vientos del NE, fríos y secos, que traen un tiempo fresco, claro y sin lluvias.

Las precipitaciones en Asturias dependen básicamente de los vientos del Oeste y Noroeste, cuyas frecuencias se mantienen en valores intermedios durante todo el año. El efecto de ladera es más sensible ante situaciones del NO pero ambos se traducen en moderadas a abundantes precipitaciones en toda la región.

Las lluvias más violentas se desencadenan lógicamente con los vientos del Norte, muchas veces de origen polar, y que se encuentran en la barrera orográfica frontalmente a su trayectoria. Estas situaciones son frecuentes en el período estival y contribuyen muy

significativamente a las precipitaciones de esta época, la más seca del año. Si ocurren en invierno acarrear nevadas intensas en las zonas de media y alta montaña, frecuentemente tras una brusca transición climática.

Los vientos del Sur y Sudeste se presentan con poca frecuencia, especialmente en el período estival. Su existencia está ligada a depresiones al Oeste de la Península y acarrea situaciones inversas a las del Norte. Se produce, en estas ocasiones, una fuerte subsidencia del aire tras la Cordillera y en Asturias se experimenta un viento cálido y seco del Sur, en ocasiones muy violento, y cuya humedad relativa puede descender por debajo del 30%.

Cabe señalar finalmente que el régimen de vientos contribuye a moderar aún más el régimen térmico regional, ya que los vientos de componente SO y S (templados a cálidos) son más frecuentes en la estación fría y los del NE y N (templados a fríos) en la cálida.

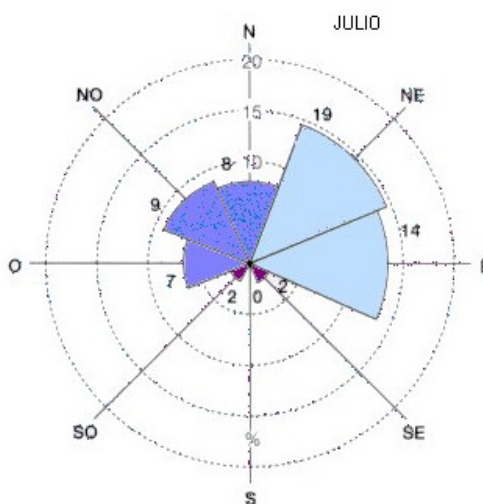


Figura 3.34: Rosa de los vientos del mes de Julio (Estación Aeropuerto de Asturias)

3.1.3.2.3 Estudios geológicos y geomorfológicos

El estudio de la geología comprende el estudio de la geomorfología (formas del terreno y paisaje), la estabilidad del terreno (probabilidad de riesgos) y la hidrogeología (sistemas acuíferos), aunque esta última suele venir asociada a los estudios del sistema hídrico.

El soporte geológico se caracteriza en función de los tipos de rocas (litología) y de su distribución y estructuras (estratigrafía, procesos de orogénesis).

Normalmente, un proyecto suele entrañar riesgos potenciales de inestabilidad geológica derivados de sus propias actuaciones (excavaciones, rellenos, cimentaciones, cargas). Estos riesgos se pueden presentar bien por la existencia de riesgos previos, bien por las dimensiones del propio proyecto. Las estructuras geológicas muy estratificadas

(p.ej: esquistosas), fracturadas (p.ej: diaclasadas) o con hoquedades (p.ej: kársticas), son ejemplos de formaciones geológicas frágiles por su inestabilidad inducida.

La alteración de la geomorfología puede afectar la estabilidad de los terrenos, a la red hídrica y, por supuesto, a la erosionabilidad del sustrato geológico. La estabilidad de los terrenos, además de por la litología y la estratigrafía, se ve muy influenciada por las condiciones climáticas de la zona donde se lleva a cabo el proyecto.

En resumen, los posibles riesgos asociados a la geología son:

- Sismicidad: El área de localización del proyecto se encuentra ubicada en una zona calificada como de grado sísmico V (zona de Sismicidad baja), por lo que la posibilidad de que se produzcan movimientos sísmicos que puedan afectar al proyecto es prácticamente nula. En la fase de construcción no será necesaria por tanto la aplicación de la norma NCSE-94 de “Construcción Sismorresistente”, pues el proyecto y el área de localización se encuentran fuera de su ámbito de aplicación.
- Inundaciones: La zona estudiada no presenta un riesgo elevado de inundaciones, ni siquiera en períodos de precipitaciones importantes.
- Erosión por arroyada: Los riesgos de erosión por arroyada están en función de las pendientes de las laderas, que en la zona de estudio son inexistentes. Además no existe riesgo debido a la presencia de suelos que puedan ser movilizados por escorrentía superficial.

De esta manera se puede afirmar de acuerdo a la información de los estudios y mapas publicados por el Instituto Geológico y Minero de España(IGME), que este es un proyecto de peligrosidad geológica baja, no siendo necesarias valoraciones del medio geológico en mayor profundidad a través de estudios de campo.

3.1.3.2.4 Estudios hidrológicos

La función del agua dentro de los sistemas es fundamental desde el punto de vista de su participación en los ciclos de vida de los seres vivos y por su labor de distribución y transporte de recursos vitales. Los sistemas asociados a masas de agua importantes suelen ser sistemas de elevada productividad, incluyendo a los sistemas antropizados en los que la industria y la agricultura necesitan de grandes cantidades de este recurso.

La función distribuidora del agua (red hídrica superficial y subterránea), sus volúmenes (régimen de caudales superficiales y flujos subterráneos) y sus componentes (calidad del agua), así como los aprovechamientos que de este recurso se pueden

derivar, son los elementos principales susceptibles de impacto ambiental por la acción de un proyecto determinado.

La hidrología de la zona de estudio posee un clima continental con precipitaciones regulares y de intensidad media. La cuenca hidrográfica de la zona en consonancia al resto del Principado de Asturias, está conformada por materiales neógenos afectados por fallamientos NNO-SSE. Esta, está conformada por una topografía suave, (pendientes inferiores al 5%, por las características litoestratigráficas de sus materiales, (poco cohesivos e impermeables), por las direcciones predominantes de plegamientos y fallas, y por la regularidad del régimen de lluvias. La red hidrográfica se mantiene sin escorrentía en la práctica totalidad del año.

Las margas en donde se ubicará la planta de compostaje, por su potencia y carácter impermeable, no son aptas para albergar ningún acuífero, señalándose la ausencia de gravas o arenas intercaladas o de recubrimiento. En la zona, los aprovechamientos hidrogeológicos vienen ligados a los materiales cuaternarios de las ramblas y a los afloramientos calizos. No hay ningún aprovechamiento de aguas subterráneas en el entorno de la parcela elegida.

Debe destacarse que:

- Este proyecto no afecta en absoluto al régimen de caudales, ni se asienta en una zona que afecte al recorrido de ninguna escorrentía superficial ni río subterráneo.
- No existe ninguna alteración del medio debido a acciones del proyecto que pueda afectar al riesgo de inundación en zonas circundantes.
- No existe ningún acuífero de aprovechamiento humano o agrícola que pueda verse afectado por las acciones del proyecto.

3.1.3.3 Inventario ambiental. Medio biótico

3.1.3.3.1 Medio edafológico

Se entiende por suelo la capa superior del terreno, donde la roca meteorizada, combinada con los nutrientes, la materia orgánica, la humedad y los gases, favorecen el desarrollo de los procesos de la vida. El suelo es uno de los elementos más frágiles del medio ambiente, ya que de su desarrollo depende directamente la productividad vegetal e, indirectamente, todo el ecosistema terrestre asociado. Del mismo modo, la fragilidad de este factor ambiental se mide en cuanto a la dificultad de recuperación natural de su capa superior, en cuya formación confluyen procesos de naturaleza física, química y biológica.

La fragilidad del suelo, además de con su eliminación directa, está relacionada con:

- La posible contaminación producida por vertidos líquidos o sólidos de distinta procedencia, que puedan afectar a los procesos bioquímicos del suelo.
- El avance de los procesos erosivos, ya sea por el impacto sobre la geomorfología del terreno, o por el continuo laboreo.
- La compactación asociada al paso de la maquinaria o la ocupación temporal de algunas instalaciones auxiliares de obra.

La fragilidad del suelo de las inmediaciones de la planta no se verá afectada de importancia por las siguientes razones:

- Los lixiviados procedentes del proceso de degradación de la materia orgánica, tanto de los túneles de fermentación como de la nave de maduración, son gestionados a través de una red de recogida de lixiviados, por lo que se anula la posibilidad de contaminación del suelo por mor de vertidos líquidos.
- La instalación de la planta no supone un peligro al avance de procesos erosivos en las inmediaciones de la misma, debido al carácter oceánico del clima, la estabilidad del suelo, y las actividades que integran el proceso productivo de la planta.

3.1.3.3.2 Estudios de la vegetación

La vegetación, además de intervenir en los procesos de fijación de la energía solar y el carbono, constituye un elemento fundamental en la calidad del medio ambiente. La vegetación participa en diversos mecanismos ambientales, tales como: regulación de los niveles de humedad, retención de agua superficial, depuración de los cursos de agua, protección y generación de suelo, dotación de hábitats animales, productividad de biomasa y aprovechamiento de la energía.

La vegetación, durante el desarrollo de los proyectos, puede sufrir diferentes efectos ambientales negativos, tales como: la destrucción directa y el aislamiento de masas vegetales, la sustitución de especies autóctonas, los efectos de la contaminación o la alteración de otros factores ambientales relacionados íntimamente con ella.

3.1.3.3.2.1 Flora y Vegetación de la zona de estudio

La vegetación del concejo de Carreño está enmarcada dentro del tipo atlántico: bosque mixto de castaño y roble; bosques de ribera con alisos, fresnos y sauces, y en las zonas más húmedas matorrales y prados naturales. La transformación urbana e industrial ha variado la presencia de especies autóctonas, tomando las especies foráneas, un mayor protagonismo: eucalipto y pino. Asimismo se han generalizado las praderías y

prados de siega para la alimentación ganadera. El municipio Carreño conserva cierto arbolado notable en dimensiones y en conservación.

El estudio de la vegetación, enmarcado dentro del inventario ambiental recogerá datos acerca de tipos y cantidad de especies vegetales (densidad o cobertura), así como el porcentaje relativo entre los diferentes pisos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Si bien no se señala un emplazamiento para la Planta de Compostaje, a estudios del Impacto Ambiental se analiza una finca tipo del Concejo de Carreño en la que se podría asentar la Planta de Compostaje.

El área objeto de estudio se caracteriza por la elevada cantidad de plantas que lo constituyen. El asentamiento de la planta de compostaje se encuentra rodeada de pequeñas praderías utilizadas para alimento de ganado, vacuno principalmente. De esta manera, la mayor parte de las plantas son de porte herbáceo, perteneciendo la mayor parte de ellas a la familia botánica de las gramíneas. Son plantas de hojas estrechas y alargadas, de nervios paralelos, que dan aspecto de césped a algunas praderas. Entre estas gramíneas destacan por su especial cobertura el Dactilo (*Dactylis glomerata*), el Vallico (*Lolium multiflorum* y *Lolium perenne*), la Festuca (*Festuca rubra*), el Holco (*Holcus lanatus*), la Grama de olor (*Anthoxanthum odoratum*) y otras.

La otra gran familia de plantas que tiene importancia en el área de estudio es la de las leguminosas, caracterizadas por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, por lo que tienen importancia ecológica y agronómica. Esta familia incluye al trébol violeta (*Trifolium pratense*), el trébol blanco (*Trifolium repens*) y el loto (*Lotus comiculatus* y *Lotus oligosus*), entre los más frecuentes.

También son importantes las especies nitrófilas, es decir que crecen en suelos con abundantes cantidades de nitrógeno, como la ortiga (*Urtica dioica*), Atríplex, *Rumex obtusifolius* y otras.

Ver siguiente tabla resumen:

Especie Vegetal	Familia	Cobertura	Especial Protección
Dactilo	Gramíneas	Media	No
Vallico	Gramíneas	Media	No
Festuca	Gramíneas	Baja	No

Grama de olor	Gramíneas	Baja	No
Trébol violeta	Leguminosas	Media	No
Trébol blanco	Leguminosas	Baja	No
Loto	Leguminosas	Baja	No
Ortiga	Urticáceas	Media-Baja	No
Atriplex	Chenopodiaceae	Baja	No

Tabla 3.52: Principales especies de plantas vegetales presentes en zona de estudio

Las zonas de prados se encuentran separadas unas de otras por setos o xebes, responsables en gran medida del aspecto reticular del paisaje. El seto vivo posee una manifiesta importancia ecológica, desde diversos puntos de vista:

- Protege los terrenos circundantes contra el viento que barre la superficie y proporciona refugio a una variada gama de animales, especialmente de roedores como el ratón de campo, la comadreja o el topo, permitiendo además incrementar el espectro de la fauna salvaje de la pradera.
- Además, algunas de las especies que buscan refugio en el seto, son aves insectívoras cuya función controladora de las plagas es inestimable, defendiendo así los cultivos cercanos.
- Para el ganado las xebes son un aliado muy valioso, ya que les permite resguardarse del sol y las tormentas y protegerse de algunos parásitos. El seto, por otra parte, suele ser ramoneado por el ganado, evitando de esta manera que llegue a extenderse en exceso.

Algunas lindes de fincas, presentan matorral que si bien, no representan una calidad intrínseca vegetal destacable, sirve de refugio para los nidos de algunas aves, amén de hábitat de algunos roedores.

Entre las especies arbóreas presentes en la zona, aunque no inmediatas a la parcela de la planta de compostaje, destacan especies forestales de repoblación como

son el pino y especialmente el eucalipto, acompañadas de especies autóctonas como el castaño, roble, fresno y sauce principalmente.

Se revela pues, el carácter predominantemente herbáceo de la zona sometida a estudio, y la ausencia de especies vegetales protegidas.

De otra parte, existen pequeñas huertas en un radio aproximado de un kilómetro y medio a la futura planta, dedicadas principalmente al cultivo de fabas, cereales, y tomates.

3.1.3.3.3 Estudios de la fauna

La fauna es un factor ambiental de elevada diversidad en cuanto a su relación con el medio ambiente y a su fragilidad frente a diversas actuaciones, dada su dependencia con todos los factores ambientales existentes.

La fragilidad del factor fauna está íntimamente relacionada con la destrucción y el aislamiento de las comunidades animales (efecto barrera y ocupación del terreno). Otros factores que determinan la fragilidad de la fauna son las siguientes:

- Molestias causadas en épocas de especial sensibilidad (cortejo, cría).
- Accidentes como atropellos, electrocución, retención o envenenamientos.
- Acciones durante la fase de obras.
- Acciones durante la fase de explotación (tráfico o tendidos eléctricos).
- Efectos indirectos de la contaminación.
- Alteración de las condiciones de vida de las especies.

3.1.3.3.3.1 Inventario de fauna de zona de estudio

Las especies más importantes y representativas de la fauna local son:

- Mamíferos: erizo común, rata de agua septentrional o rata blanca, rata campestre o rata negra, ratón de campo, topo, comadreja. Cabe destacar la riqueza de micromamíferos (musarañas y ratones), por su diversidad y cobertura, común por otra parte al biotipo de todo el Principado de Asturias.
- Aves: torcecuellos, papamoscas gris, lavandera blanca, mirlo común, zorzales, escribano cerillo, gorrión molinero, lechuza común. Es destacable el papel de esta última en el control de la población de roedores.
- Anfibios: salamandra común, salamandra rabilarga, rana bermeja.
- Reptiles: lución, víbora de seoane.

No existe ninguna especie encuadrada en el catálogo de especies protegidas.

3.1.4 Identificación y valoración de impactos

3.1.4.1 Fase de identificación de impactos

La identificación de impactos consiste en aplicar un sistema que permita determinar el conjunto de impactos que se ha de estudiar, para su posterior valoración desde el punto de vista ambiental. Esta fase es de gran importancia, pues los impactos que no se consideren en estos momentos no van a ser estudiados ni valorados. Esta fase es uno de los puntos críticos de todo estudio de impacto ambiental.

Existen diversos métodos para la identificación de impactos entre los que destacan las listas de control y las matrices de identificación. El método utilizado en este Estudio de Impacto Ambiental utiliza ambos, para de una parte contar con la referencia de acciones que proporciona el autor de la lista de control, y de otra comprobar los impactos mediante la matriz de identificación.

Las matrices de identificación se estructuran como una tabla rectangular de doble entrada. En las casillas de la primera columna de la izquierda aparecen enumeradas las acciones del proyecto (primeras causas de impacto) que se consideren significativas. Las acciones aparecen generalmente ordenadas en: acciones que se producen durante la fase de obras, acciones de la fase de explotación y acciones de la fase de abandono.

En las casillas de las filas figuran los elementos del medio ambiente que se verán alterados por el proyecto, ordenados por los grandes apartados de medio físico, medio biótico y medio humano.

En cada columna, que corresponde a una acción de proyecto, se marcan con una señal las casillas de los factores ambientales que sufrirán un impacto producido por esa acción de proyecto. Esta operación se repite para cada acción, completándose así toda la matriz.

Ver siguiente de matriz de impactos considerados en la construcción de la planta:

PLANTA DE COMPOSTAJE EN TÚNELES DE FERMENTACIÓN			CONSTRUCCIÓN					EXPLOTACIÓN					CLAUSURA			
IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS			A1.Excavación y desbroce	A2.Compactación del suelo	A3.Movimiento de tierras	A4.Edificios de obra	A5.Vertidos de tierra y otros	A6.Edificios permanentes	A7.Recepción y almacenamiento	A8.Tráfico de vehículos	A9.Funcionamiento de la planta	A10.Producción de olores	A11.Gestión de residuos	A12.Obras de demolición	A13.Movimiento de maquinaria	A14.Vertido de materiales
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	F1.Aire														
		F2.Ruido														

[illegible]

Tabla 3.53: Matriz de identificación de impactos

Por tanto, mediante la matriz de impactos representamos en cada columna los impactos significativos que produce una determinada acción del proyecto, mientras que cada fila indica los impactos que sufre cada elemento o factor ambiental.

Por otra parte la matriz de identificación de impactos, puede ser utilizada como la matriz de valoración de impactos añadiendo en cada casilla, el correspondiente valor referido al impacto en cuestión.

3.1.4.2 Fase de identificación de impactos

La finalidad de toda evaluación de impactos es valorar la admisibilidad de cada uno de los impactos ocasionados por las acciones del proyecto individualmente, para concluir después la admisibilidad o no del proyecto conjunto.

La valoración de impactos puede ser cualitativa o cuantitativa. En este Estudio de Impacto Ambiental se apuesta por un sistema de valoración mixta por ser concreto y sencillo. El método de valoración utilizado, es el método de valoración cualitativa numérico del profesor Vicente Conesa y su aplicación cuenta con la ventaja de estar respaldado por el gran prestigio de su autor.

La valoración cualitativa numérica es un método sencillo, desarrollado por Vicente Conesa Fernández-Vítora y descrito en su Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa 1997), mediante el cual se consigue dar un grado numérico a la importancia de un impacto determinado. Para ello han de darse una serie de valores a los impactos cualitativos de los que hablamos anteriormente, siguiendo las indicaciones que se presentan a continuación. Algunas aclaraciones respecto a los aspectos expresados en esta tabla son las siguientes:

- Intensidad (I). Corresponde al grado de destrucción o incidencia asociado al impacto. Los diferentes valores que puede tomar son: baja (1), media (2), alta (4), muy alta (8) o total (12).
- Extensión (EX). Hace referencia al área bajo influencia del impacto. Los diferentes valores que puede tomar son: puntual (1), parcial (2), extenso (4) o total (8). Si el impacto es crítico (+4).
- Momento (MO). El Momento del impacto será inmediato cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo, será a corto plazo cuando sea inferior a un año, a medio plazo cuando el tiempo esté entre 1 y 5 años, y a largo plazo cuando sea superior a 5 años. Los valores asociados con esta caracterización de impactos son: largo plazo (1), medio plazo (2) o inmediato (4). Si el impacto es crítico (+4).
- Persistencia (PE). La Persistencia del impacto será fugaz cuando el efecto dure menos de un año, temporal si éste dura entre 1 y 10 años, y permanente si dura más de 10 años. Los valores asociados con esta caracterización de impactos son: fugaz (1), temporal (2), o permanente (4).
- Reversibilidad (RV). La Reversibilidad se refiere a la capacidad de corrección del impacto por parte del propio medio, sin necesidad de intervención humana, y responde a unos parámetros de tiempo iguales a la persistencia. En este caso hablaremos de reversible a corto plazo, medio plazo o irreversible. Los diferentes valores asociados a un impacto son: corto plazo (1), medio plazo (2) o irreversible (4).
- Sinergia (SI). Hace referencia a la regularidad de la manifestación. Un impacto puede ser: sin sinergismo (1), sinérgico (2) o muy sinérgico (4).

- Acumulativo (AC). Un Impacto es acumulativo cuando se incrementa de manera progresiva su manifestación cuando persiste el agente que lo provoca. Un impacto puede ser: simple (1) o acumulativo (4).
- Efecto. Establece el tipo de relación causa-efecto. Un impacto puede ser indirecto (4), también denominado secundario o directo (4).
- Periodicidad (PR). La Periodicidad de un impacto depende de que éste se dé de forma continua (impacto continuo), de forma cíclica en el tiempo (periódico) o de forma impredecible o aleatoria (irregular o aperiódico y discontinuo). Resultaría muy útil plantearse que, en realidad, la probabilidad de ocurrencia y la periodicidad son dos hechos bastante similares. Un impacto irregular tendrá, por lo general, una probabilidad de ocurrencia baja. Los diferentes valores asociados a los impactos según esta caracterización son: irregular o aperiódico y discontinuo (1), periódico (2), continuo (4).
- Recuperabilidad (MC). La Recuperabilidad es la posibilidad de corrección por medios humanos, y responde a los mismos plazos. Los diferentes valores que puede tomar un impacto son: recuperable de manera inmediata (1), recuperable a medio plazo (2), mitigable (4), irrecuperable (8).

La importancia del impacto viene representada por un número negativo o positivo según la naturaleza favorable o desfavorable del mismo, que se deduce mediante el modelo siguiente, en función del valor asignado a las características del impacto consideradas:

$$I = +/- [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (24)$$

Los valores que se extraen de esta fórmula pueden encontrarse entre 13 y 100.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir, compatibles. Los impactos moderados se sitúan entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

Evidentemente, los impactos más destacables serán aquellos caracterizados como críticos y que sean de corrección imposible. En estos casos habrá que buscar alternativas a la localización de la actividad o plantearse medidas de extrema urgencia para su corrección o atenuación.

A continuación se procede a la valoración de cada impacto, recogido en la matriz de identificación según la caracterización expuesta anteriormente:

A1-F1.Excavación y desbroce-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto será muy somero, extensión puntual, momento impacto inmediato,

persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A1-F7.Excavación y desbroce-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativa simple, directa, no periódica y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F10.Excavación y desbroce-Bajo matorral. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F12.Excavación y desbroce-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado en frontera con impacto irrelevante.

A1-F13. Excavación y desbroce-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado en frontera con impacto irrelevante.

A1-F14. Excavación y desbroce-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible-pues el paisaje se ve afectado sin remisión, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A1-F20. Excavación y desbroce-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-pues no es una actividad intensiva en mano de obra, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo,

sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +26, luego resulta ser un impacto moderado.

A2-F7.Compactación del suelo-suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo, simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F1.Movimiento de tierras-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto debido a la generación de polvo y tráfico de maquinaria no será muy grande y estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A3-F2. Movimiento de tierras-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto sonoro ocasionado por el movimiento de maquinaria estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F6. Movimiento de tierras-Relieve. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto ocasionado estará muy localizado y el relieve no presenta características geológicas de interés, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo, simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F7. Movimiento de tierras-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo no está destinado a producción ni alberga especies vegetales de calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F10.Movimiento de tierras-Bajo matorral. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F12.Movimiento de tierras-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F13.Movimiento de tierras-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F14.Movimiento de tierras-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible-pues el paisaje se ve afectado sin remisión, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F16.Movimiento de tierras-Viviendas cercanas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, con sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F20.Movimiento de tierras-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-pues no es una acción intensiva en mano de obra, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A3-F21.Movimiento de tierras-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto medio plazo, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +21, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A4-F14.Edificios de obra-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de inmediato. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A4-F21. Edificios de obra-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, con sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +26, luego resulta ser un impacto moderado aunque en la frontera con impacto irrelevante.

A5-F14. Vertidos de tierra y otros-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de inmediato. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A5-F17. Vertidos de tierra y otros-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y los vertidos de tierra temporales que tengan lugar no serán importantes, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -23, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A6-F12. Edificios permanentes-Fauna terrestre. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F13. Edificios permanentes-Avifauna. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-sólo afecta a especies de baja calidad en un espacio muy reducido, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a corto plazo-pues la fauna afectada puede emigrar a zonas aledañas a la planta, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F14. Edificios permanentes-Paisaje. . Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad media-aunque el paisaje no es de gran calidad el impacto de los edificios es de intensidad media por el contraste que representan con el entorno, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A6-F18. Edificios permanentes-Infraestructuras. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-se podrá comprar compost en el edificio de almacenamiento de

compost, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F19.Edificios permanentes-Servicios. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-servicio de compra de compost en el edificio de almacenamiento, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = +28, luego resulta ser un impacto moderado.

A6-F21.Edificios permanentes-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad media-pues el empleo de personas en la construcción de los edificios es relativamente importante, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, con sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +30, luego resulta ser un impacto moderado.

A7-F17.Recepción y almacenamiento-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad alta-pues aunque las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta el almacenamiento de gallinaza puede causar molestias en forma de olores y es una fuente potencial de parásitos para personas y animales, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = -39, luego resulta ser un impacto moderado.

A7-F19.Recepción y almacenamiento-Servicios. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad media-servicio de gestión de residuos a los criadores de gallina de la zona, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +35, luego resulta ser un impacto moderado.

A8-F1.Tráfico de vehículos-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el incremento del flujo de tráfico debido a la planta no será un factor determinante, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad corto plazo. Valor del impacto = -17, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A8-F2.Tráfico de vehículos-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-por causa de la llegada de camiones y otros vehículos pesados, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y mitigable. Valor del impacto = -28, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F1.Funcionamiento de la planta-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues los túneles de fermentación contarán con un sistema de ventilación conectado a biofiltro, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y recuperabilidad a medio plazo. Valor del impacto = -24, luego resulta ser un impacto irrelevante en la frontera con impacto moderado.

A9-F5.Funcionamiento de la planta-Aguas subterráneas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues no ha sido declarado ningún acuífero de aprovechamiento para el consumo, agrícola o ganadero y la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas es muy bajo en todo caso, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F19.Funcionamiento de la planta-Servicios. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad media-aumento del tejido industrial de la zona y efecto dinamizador de la economía de la zona, extensión parcial, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +45, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F20.Funcionamiento de la planta-Empleo directo. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad media-debido a la contratación de personal para el funcionamiento de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +35, luego resulta ser un impacto moderado.

A9-F21.Funcionamiento de la planta-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-debido a la contratación de servicio para la distribución y comercialización del compost y otros, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +33, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F1.Producción de olores-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-debido a las operaciones de carga y descarga y propio funcionamiento de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, periódico y mitigable. Valor del impacto = -33, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F16.Producción de olores-Viviendas cercanas. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y las molestias no serán muy acusadas, extensión puntual, momento impacto

inmediato, persistencia temporal, irreversible, no sinérgico, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -26, luego resulta ser un impacto moderado.

A10-F17.Producción de olores-Salud y seguridad. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues las viviendas más cercanas no lindan con la parcela de la planta y la posibilidad de producir molestias respiratorias por concentración de compuestos nitrogenados son remotos en este tipo de planta, extensión puntual, momento impacto a medio plazo, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, no sinérgico, acumulativo simple, indirecto, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -16, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A11-F5.Gestión de residuos-Aguas subterráneas. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues no ha sido declarado ningún acuífero de aprovechamiento para el consumo, agrícola o ganadero y la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas es muy bajo en todo caso, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sinérgico, acumulativo, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -32, luego resulta ser un impacto moderado.

A11-F7.Gestión de residuos-Suelo. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-debido a la peligrosidad intrínseca de los residuos de aceite que genera la maquinaria pesada de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -29, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A11-F21.Gestión de residuos-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja,-debido a la contratación de servicios para la recogida de lixiviados y rechazos de compost, para su ulterior tratamiento por un gestor autorizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia permanente, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +29, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F1.Obras de demolición-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-pues toda demolición de edificios causa un gran levantamiento de polvo, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A12-F2.Obras de demolición-Ruido. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad alta-pues el impacto sonoro ocasionado por la demolición de edificios es muy acusada, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin

sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable de manera inmediata. Valor del impacto = -33, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F14.Obras de demolición-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad media-aunque el paisaje no es de gran calidad el impacto debido a los materiales de demolición será notorio sobre el mismo, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -27, luego resulta ser un impacto moderado.

A12-F21.Obras de demolición-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo.

Intensidad baja-debido a la contratación de servicios para la demolición de los edificios de la fábrica, para su ulterior tratamiento por un gestor autorizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A13-F1.Movimiento de maquinaria-Aire. Impacto de naturaleza negativo. Intensidad baja-pues el impacto debido a la generación de polvo y tráfico de maquinaria no será muy grande y estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperabilidad inmediata. Valor del impacto = -19, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A13-F2.Movimiento de maquinaria-Ruido. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues el impacto sonoro ocasionado por el movimiento de maquinaria estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia fugaz, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -25, luego resulta ser un impacto moderado, aunque en la frontera de impacto irrelevante.

A13-F7.Movimiento de maquinaria-Suelo. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues sólo afecta al solar de la planta y el suelo es improductivo por radicar previamente una planta industrial, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y mitigable. Valor del impacto = -24, luego resulta ser un impacto irrelevante, en la frontera de impacto moderado.

A13-F21.Movimiento de maquinaria-Empleo indirecto. Impacto de naturaleza positivo. Intensidad baja-debido a la contratación de servicios de maquinaria para la clausura de la planta de compostaje, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, irreversible, sin sinergia, acumulativo simple, indirecto, no

periódico e irrecuperable. Valor del impacto = +27, luego resulta ser un impacto moderado.

A14-F6.Vertido de materiales-Relieve. . Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-pues el impacto ocasionado estará muy localizado, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a medio plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -22, luego resulta ser un impacto irrelevante.

A14-F14.Vertido de materiales-Paisaje. Impacto de naturaleza negativo.

Intensidad baja-el paisaje no es de gran calidad y ya se encontraba afectado previamente por la presencia de la planta, extensión puntual, momento impacto inmediato, persistencia temporal, reversible a corto plazo, sin sinergia, acumulativo simple, directo, no periódico y recuperable a medio plazo. Valor del impacto = -21, luego resulta ser un impacto irrelevante.

Ver tabla resumen página siguiente:

PLANTA DE COMPOSTAJE EN TÚNELES DE FERMENTACIÓN			CONSTRUCCIÓN					EXPLOTACIÓN					CLAUSURA			
MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS			A1.Excavación y desbroce	A2.Compactación del suelo	A3.Movimiento de tierras	A4.Edificios de obra	A5.Vertidos de tierra y otros	A6.Edificios permanentes	A7.Recepción y almacenamiento	A8.Tráfico de vehículos	A9.Funcionamiento de la planta	A10.Producción de olores	A11.Gestión de residuos	A12.Obras de demolición	A13.Movimiento de maquinaria	A14.Vertido de materiales
MEDIO FÍSICO	Atmósfera	F1.Aire	-19		-19					-17	-24	-33		-19	-19	-150
		F2.Ruido			-29					-28				-33	-25	-115
		F3.Clima														

	Aguas	F4.Superficiales															
		F5.Subterráneas								-32		-32				-64	
	Suelo y Tierras	F6.Relieve			-32										-22	-54	
		F7.Suelo	-26	-26	-32									-24		-108	
		F8.Subsuelo															
	Vegetación	F9.Arbórea															
		F10.Bajo matorral	-32		-32											-64	
		F11.Alto matorral															
	Fauna	F12.Terrestre	-25		-29			-29								-83	
		F13.Avifauna	-25		-29			-29								-83	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Sociales	F.14.Paisaje	-28		-28	-19	-19	-32					-27		-21	-174	
		F15.Culturales															
		F16.Viviendas cercanas			-29						-26					-55	
		F17.Salud y seguridad					-23		-39		-16					-78	
	Económico-Empleo	F18.Infraestructuras						+32								+32	
		F19.Servicios						+28	+35		+45					+108	
		F20.Directo	+26		+27						+35					+88	
		F21.indirecto			+21	+26		+32			+33		+29	+27	+27	+195	
	IMPACTO RESULTANTE			-129	-26	-211	+7	-42	-62	-4	-45	+57	-75	-3	-52	-41	-43

Tabla 3.54: Matriz de valoración de impacto ambiental

Todos los impactos de las acciones de este proyecto se clasifican en irrelevantes o moderadas. Ninguno alcanza la categoría de severo o crítico. Un impacto crítico es incompatible con el proyecto y obligaría la mayoría de las veces a un rediseño del proyecto. Los impactos irrelevantes no precisan de adopción de medidas correctoras, y los moderados deben ser intentados corregir o mitigar mediante medidas correctoras cuando sea posible.

En proyectos con elevado número de impactos severos o críticos es necesario una labor de agregación de impactos todas las acciones sobre cada factor, y estimar después de acuerdo a una escala cualitativa elaborada por diferentes autores el deterioro sufrido por cada factor. Cuando el número de impactos severos no es elevado o no existen, como en este caso la mayoría de los autores como el profesor Vicente Conesa apuestan por implantar las medidas correctoras oportunas con tanto o más empeño,

cuanto mayor sea la valoración del impacto a evitar, sin realizar un proceso de agregación que puede aportar más confusión que soluciones en este tipo de estudios.

La valoración de impactos de este Estudio de Impacto Ambiental, pone de manifiesto que el paisaje, aire, ruido, fauna, salud y seguridad y vegetación son los factores más afectados por este proyecto. También se deduce que la mayoría de los impactos recibidos por el entorno se producirán en la fase de construcción, lo que deberá ser tenido en cuenta a la hora de desarrollar las pertinentes medidas correctoras. De otra parte los factores más afectados por causa de la explotación de la planta, son las aguas subterráneas-aunque no existe declaración oficial sobre la existencia de las mismas y la seguridad y salud de las personas que colindan con la planta. Estos dos factores serán especialmente tenidos en cuenta para desarrollar las pertinentes medidas correctoras que reduzcan o eliminen el impacto sobre estos dos factores.

3.1.5 Medidas correctoras y preventivas

3.1.5.1 Generalidades

Las medidas correctoras desarrolladas en este capítulo, han sido desarrolladas y valoradas en términos de:

- Viabilidad. Las medidas adoptadas son de aplicación práctica y se han desechado aquellas que puedan ser excesivamente teóricas.
- Eficacia. Las medidas correctoras consiguen un cierto grado de eficacia, rara vez del 100%, y este grado de eficacia aparecerá recogido en los documentos del proyecto.
- Coste. Se apuesta por medidas correctoras de probada eficacia y cuyo coste no supere el umbral del 10% del coste del presupuesto. Una gran cantidad de dinero destinado a medidas correctoras no garantiza la eficacia de las mismas.

3.1.5.2 Medidas correctoras y preventivas aplicadas

3.1.5.2.1 Medidas correctoras y preventivas sobre la atmósfera

A) En fase de construcción:

El impacto de las acciones del proyecto en fase de construcción sobre la atmósfera supondrá un incremento de los niveles acústicos, así como de la emisión de humos y gases debido al movimiento de maquinaria pesada (palas, camiones, apisonadoras, etc.). Estas emisiones contaminantes son de la misma naturaleza que las provenientes del tráfico de vehículos, analizadas en la fase de funcionamiento.

En la fase de construcción, para atenuar la emisión de polvos y materias sedimentables, los camiones deberán circular obligatoriamente con toldos. Se procederá

también al regado previo antes del movimiento de tierras y desbroce en suelos de materia inerte.

De otra parte, en orden a mitigar la emisión de gases y el nivel sonoro se vigilará de forma concienzuda el reglaje de los motores de la maquinaria empleada para minimizar el ruido y las emisiones a la atmósfera.

B) En fase de explotación

El impacto sufrido por la atmósfera en la fase de explotación se debe a dos factores. De un lado se produce un aumento del tráfico de vehículos pesados y turismos, y de otro se pueden producir emisiones de compuestos nitrogenados debido a la descomposición de la materia orgánica en cualquiera de sus fases.

Los contaminantes producidos por los vehículos de transporte se pueden dividir en:

- Contaminantes debido a combustiones incompletas: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y partículas sólidas. El monóxido de carbono se forma por la combustión incompleta del carbono cuando hay escasez de oxígeno. En los motores Diesel apenas se forma, porque funcionan con mezclas pobres, es decir, ricas en oxígeno. Los hidrocarburos sin quemar no sólo se emiten por el tubo de escape (aproximadamente un 55%); también por la ventilación del cárter (25%) y por evaporación en el depósito y carburador (20%), dependiendo las emisiones del régimen del motor. Existe también emisión de hidrocarburos parcialmente oxidados que se han transformado en aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. La emisión de partículas sólidas (humos) tiene mayor importancia en motores Diesel. Si durante la combustión existen zonas con dosado rico, puede ocurrir que, al alcanzarse elevadas temperaturas y presiones con falta de oxígeno, la cadena del hidrocarburo comience a fracturarse y deshidrogenarse y se convierta en carbono.
- Contaminantes que proceden de la combustión a altas temperaturas: óxidos de nitrógeno (por oxidación del nitrógeno del aire) conocidos con el nombre genérico de NO_x.
- Contaminantes debidos a las impurezas y aditivos que lleva el combustible: SO₂, plomo y derivados.

La única medida que se puede tomar en este sentido, al ser los vehículos ajenos a la empresa, es comprobar que todos los camiones que entren en la planta, no presenten alguna anomalía en los niveles de emisiones a la atmósfera, que pudiera ser

apreciable a simple vista, denegando la entrada al recinto. La eficacia de esta medida es muy baja (5%)

De otra parte, el aire de salida procedente de los túneles de fermentación, supone un peligro medioambiental para la atmósfera por su contenido en compuestos nitrogenados. Para evitarlo, el aire de salida de los túneles de fermentación, es enviado a un biofiltro, previo paso por un lavador y scrubber, donde es tratado antes de ser conducido a la atmósfera ya como aire limpio. De esta manera se logra además de evitar la contaminación de la atmósfera, frenar la aparición de olores en las plantas y alrededores. La eficacia de la medida correctora es casi total (95%).

C) Fase de clausura

Las medidas correctoras aplicadas al proceso de construcción son extensivas ante un eventual proceso de clausura de la planta de compostaje.

3.1.5.2.2 Medidas correctoras y preventivas sobre la gestión de lixiviados

B) Fase de explotación

Las medidas correctoras aplicadas para la gestión de lixiviados son a su vez medidas preventivas sobre el suelo, tierras y agua.

En la planta de compostaje se generan lixiviados durante la degradación de la materia orgánica en los túneles de fermentación principalmente, y en el parque de maduración en menor medida. Estos lixiviados, debido a su alta carga orgánica constituyen un peligro potencial tanto para el suelo como las aguas subterráneas. Por ello, los lixiviados generados en cada túnel son recogidos en un depósito de hormigón. El depósito estará enterrado en la galería de servicios de la planta. Los lixiviados generados en el parque de fermentación, se recogen en una balsa diseñada para tal efecto que será impermeabilizada con una lámina de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor.

La infraestructura para la gestión de lixiviados comprende:

- Depósito fabricado en hormigón, con paredes impermeabilizadas con polietileno de 100 m³ de capacidad.
- Balsa de recogida de lixiviados.
- Grupo motobomba de bombeo, que permite la recirculación de los lixiviados procedentes del depósito

Por último, en caso de llenado de depósito o balsa de recogida de lixiviados, estos deberán ser recogidos por un gestor autorizado para su ulterior tratamiento.

La eficacia de la medida correctora es completa (100%).

3.1.5.2.3 Medidas correctoras y preventivas sobre el suelo y las tierras

A) Fase de construcción

Durante la ejecución de las obras, en las operaciones de desbroce y sobre todo de movimiento de tierras, previo a labores de urbanización de la parcela y otras, se levantará cierta cantidad de suelo vegetal, con la correspondiente generación de residuos inertes (tierras, rocas, etc.). También se producirán residuos tóxicos provenientes de la maquinaria (aceites, gasóleos) y de los materiales empleados.

Las medidas correctoras encaminadas a corregir el impacto de los procesos erosivos y el de la vegetación supondrán una reposición del suelo originario, ya que se prevé la revegetación, por lo que será preciso adecuar el terreno para conseguir las condiciones necesarias que hagan posible la plantación de las especies vegetales. Esta medida se podrá llevar a cabo de forma simultánea si se prevén varias áreas de vertido, de forma que al irse agotando las mismas se van realizando las tareas de sellado y revegetación. Esto supondrá que el impacto sobre el medio físico sea reducido en el tiempo y espacio.

Las medidas a tomar serán las siguientes:

- En las zonas donde se realicen tareas de desbroce y movimientos de tierra, el suelo se desmontará y se conservará de forma separada a los estériles, en cordones que no superen los 1,5-2 metros y los 4 metros de ancho. Tanto para el almacenamiento de este suelo como de las tierras sobrantes, se habilitará una zona de almacenamiento, ubicado fuera de la zona de vertido. Para evitar procesos de arrastre se dispondrán drenajes superficiales.
- El extendido del suelo se realizará cuando se finalice la actividad. En estos momentos se extenderá el suelo, tanto del que se haya almacenado, como el procedente de otras zonas. Este extendido se hará por capas y en íntimo contacto al paso de máquinas y camiones, para así permitir el paso de las raíces y aumentar la capacidad de infiltración.
- Abonado del suelo: para que el suelo adquiera una mayor calidad se procederá al abonado coincidiendo con la época de siembra. Se aconseja que el abonado que se utilice sea de procedencia orgánica y por lo tanto de asimilación lenta y difícil solubilidad.

Se habilitarán distintos contenedores destinados a recoger los residuos y consumibles generados durante la obra de construcción. Se diferenciará entre residuos asimilables a urbanos, residuos inertes y de demolición y residuos peligrosos.

La eficacia correctora de estas medidas sobre el suelo se estima en un 30%.

En cuanto a los residuos tóxicos generados como el aceite, se tomarán las mismas medidas que se presentan para la gestión de los mismos en la fase de explotación.

La eficacia correctora de estas medidas sobre el suelo se estima en un 30%.

B) Fase de explotación

Se producirán residuos de aceite provenientes de la maquinaria pesada utilizada para el funcionamiento ordinario de la planta.

Se define los aceites usados como “todos los aceites industriales con base mineral o sintética, que se hayan vuelto inadecuados para el uso que se les hubiera asignado inicialmente, y en particular, los aceites usados de motores de combustión y de los sistemas de transmisión, así como los aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y aceites hidráulicos”.

Los aceites lubricantes están formados por una base lubricante y unos aditivos que mejoran sus cualidades. Las bases lubricantes son mezclas de hidrocarburos, de peso molecular relativamente alto, y cuya composición varía en función del crudo destilado. La obtención de las cualidades que se exigen en la aplicación concreta para la que dicho aceite es fabricado se consigue a través de la aditivación. Posteriormente, y por el uso, el aceite se va contaminando con diversas sustancias (agua, partículas metálicas de desgaste de piezas, partículas de oxidación, etc), hasta perder de forma irreversible, alguna o varias de sus cualidades iniciales. Estos contaminantes afectan a la calidad del aceite, haciéndolo inservible para su uso inicial. Es por ello, que deben ser sustituidos por aceites nuevos, convirtiéndose el aceite usado en un residuo peligroso, que se conoce como aceite residual.

Una gestión incorrecta de estos aceites puede provocar problemas medioambientales, de los cuales los principales se enumeran por orden de gravedad:

- Los aceites usados vertidos en agua originan una película muy fina e impermeable que produce separación entre las fases aire-agua. Cada cinco litros de aceite usado, capacidad corriente del cárter de un automóvil, vertidos sobre un lago recubren una superficie de 5000 m² con una película oleosa que impide la oxigenación del agua y perturba seriamente el desarrollo de la vida acuática.
- La combustión sin la adopción de las oportunas medidas de depuración de los gases, origina graves problemas de contaminación en el aire porque los compuestos de cloro, azufre y plomo que contienen, producen gases tóxicos, perjudiciales para la salud humana.
- Los hidrocarburos saturados que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente y por tanto al ser vertidos en la tierra recubren el suelo con una película impermeable que destruye el humus vegetal por falta de oxígeno y por tanto la fertilidad del suelo.

El impacto provocado por los posibles vertidos de aceites usados (ya sean accidentales o voluntarios), puede considerarse como moderado, teniendo en cuenta que la magnitud de dichos vertidos no será importante. Si no fuera así, este impacto podría considerarse como severo.

Las medidas adoptadas en la fase de funcionamiento estarán orientadas a evitar los vertidos (accidentales o voluntarios) de aceites en las instalaciones de la planta de compostaje.

En la gestión de residuos de aceite se tomarán las siguientes medidas correctivas y preventivas:

- No realizar vertidos de aceite en cualquiera de sus modalidades: alcantarillado, vertido directo o cualquier otra vía.
- No mezclarlo con otros residuos.
- No almacenar un aceite por tiempo superior de 6 meses.
- Todo aceite destinado a almacenamiento dispondrá de una ficha de registro identificativa de alta en el almacén con datos correspondientes a la fecha de alta, tipo de aceite, cantidad de aceite y fecha de baja o recogida por un gestor autorizado. Todo este tipo de documentación será registrado en soporte informático, además de las correspondientes fichas identificativas que acompañarán a cada residuo.
- Realizar un control de seguimiento de la cumplimentación adecuada de las medidas acordadas.

La eficacia de esta medida correctora es muy alta (90%).

3.1.5.2.4 Medidas correctoras y preventivas sobre la flora y la vegetación

A) Fase de construcción

El impacto sobre la flora y vegetación no será muy acusado y se limita a la fase de construcción del proyecto.

La medida correctora propuesta se centra en la repoblación de la vegetación y la creación de zonas ajardinadas, en todas las zonas no destinadas a tránsito de vehículos.

De esta manera se logra al mismo tiempo rebajar el impacto visual del proyecto integrándolo con el entorno.

Las especies más aconsejables para la revegetación son:

- Como especies de rápido crecimiento y excelentes para labores de ajardinamiento destacan: *Pinus Halapensis*, *Pinus Pinea* y *populus alba*.
- Para la vegetación de taludes y terrenos desnudos: *Retama albaida*, *Atríplex glauca*.

3.1.5.2.5 *Medidas correctoras y preventivas sobre la fauna*

A) Fase de construcción

A la hora de valorar las afecciones del proyecto sobre la fauna, se deben tener en cuenta dos tipos de impactos, los temporales y los duraderos.

Los impactos temporales son aquellos que afectan negativamente a la fauna en el periodo de duración de las obras. La valoración de este tipo de impactos son difícil de determinar con precisión, pues guarda relación directa con cuándo y cómo se desarrollen las obras, y sobre todo, con el propio desarrollo y sistemas de ejecución de las obras.

Este tipo de actuaciones se resumen en molestias a la fauna que implicarían la ausencia de la fauna de la zona de actuación, lo cual sería problemático en épocas de reproducción o en zonas de uso continuo de la fauna, como pueden ser zonas de refugio, alimentación, etc.

Las medidas correctoras encaminadas a paliar los impactos se centran en evitar posibles atropellos a los animales y el traslado de nidos u otros refugios de animales a zonas colindantes siempre que fuere posible

La eficacia de estas medidas correctoras es media (40%).

B) Fase de explotación

Los impactos duraderos son aquellos que persisten con posterioridad a la finalización de las obras. A diferencia de las anteriores, se pueden determinar con mayor seguridad y precisión. Básicamente afectan a alteraciones del hábitat, como pueden ser la pérdida de superficie útil, así como alteraciones en la zona de refugio y alimentación.

Las especies afectadas por el funcionamiento de la planta no figuran en ningún caso en la lista de especies protegidas.

El principal impacto con el que nos encontramos, es la posible incursión de la fauna sobre la planta, principalmente insectos, roedores, aves y pequeños mamíferos.

La incursión de la fauna en la planta se solucionará con la implantación de un vallado en todo el perímetro de la planta. Esta protección trae como consecuencia el que se tenga que llevar a cabo un plan de vigilancia y conservación del vallado, con el fin de subsanar los posibles deterioros del mismo.

Otro impacto sobre la fauna local, registrado en algunas plantas de compostaje, es el posible aumento en la proliferación de roedores e insectos. En su caso se propone la utilización de tratamiento químico homologado, para la estabilidad de estas poblaciones. Este tratamiento no debe suponer un perjuicio para el resto de fauna ni las personas en ningún caso.

La eficacia de estas medidas es alta (80%).

3.1.5.2.6 Medidas correctoras y preventivas sobre el paisaje o impacto visual

A) Fase de construcción

El impacto visual no será muy acusado, pues el emplazamiento de la planta es una medida preventiva en sí misma, por ser una zona con bajo valor paisajístico.

Además se tratará de integrar la planta al máximo con el entorno, mediante la revegetación y ajardinado ya expuestos en el apartado IV.5.2.3.

La eficacia de la medida es baja (15%).

3.1.6 Plan de vigilancia ambiental

Corresponde a las actuaciones conducentes a:

- Comprobación y control de la eficacia de las medidas correctoras propuestas a nivel de proyecto.
- Detección de impactos no previstos en la Evaluación de Impacto Ambiental, o modificaciones repentinas o sustanciales de los impactos ya detectados.
- Proposición de las medidas correctoras complementarias a que haya lugar.

Este plan de seguimiento y control, corresponderá ejecutarlo a la Dirección de Obra, de la fase de construcción del proyecto (obra civil, excavaciones primera fase, diques, perimetrales, vallado, red de aguas pluviales y lixiviados, red de gases, etc.). El control será diario.

Durante la fase de explotación, corresponderá a los responsables de la Planta de Compostaje el control de la instalación (control de recepción de residuos, del correcto funcionamiento de los canales de aguas pluviales y lixiviados; volúmenes de estos últimos, así como de su eliminación, etc.; del correcto funcionamiento de las instalaciones industriales; del desarrollo de las pantallas arbóreas, etc., así como el control de los trabajos posteriores al cese de la actividad). Los controles serán mensuales.

Los responsables de la Planta de Compostaje, ayudados por los técnicos de las corporaciones autonómicas o provinciales, si fuere necesario, harán un seguimiento y evaluación de los impactos producidos, comprobando si las medidas correctoras proyectadas se aplican correctamente con las variantes a que hubiera lugar.

Dedicarán especial atención a la formación de:

- Lixiviados: controlar su cantidad y calidad, así como su evacuación y almacenamiento, controlando que su almacenamiento y eliminación sea correcto. El control será diario, analizando en cada muestra: pH, DBO₅, DQO₅, metales pesados.
- Gases: control de la cantidad emitida, así como los niveles de CO₂, CH₄, O₂, SH₂ y H₂;

- La formación de las pantallas arbóreas, de su desarrollo y reposición.
- Control de la contaminación en los terrenos del entorno.
- Control de que no existen residuos tóxicos o peligrosos.
- Otras incidencias: en caso de incidencia, se realizarán controles medioambientales, de carácter extraordinario. Todos los documentos se registrarán y archivarán, y la modificación de los controles se adaptarán en todo momento a las condiciones de explotación.

3.2 Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo

3.2.1 Objeto del estudio

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la realización de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por otro lado, también servirá para disminuir las consecuencias de los accidentes cuando éstos se produzcan.

Se intentará completar todos aquellos aspectos generales que por su interés destaquen sobre los demás, incidiendo especialmente en la creación de una organización sistemática que vaya detectando en cada momento los problemas existentes y funciones para resolverlos, a la vez que se trate, por su propia confección de integrar la Prevención de Riesgos Laborales y la Salud Laboral con los programas de trabajo.

Los objetivos establecidos son los siguientes:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, insuficiencia o falta de medios, siendo necesario para ello: detectar con antelación suficiente los riesgos que se deriven de las actividades, aplicar técnicas de trabajo que eviten los posibles riesgos y prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de prevención previstas.
- Tener presente la posibilidad de que los riesgos persisten poniendo protecciones colectivas y/o personales.
- Interesar a cuantos intervienen en el desarrollo o ejecución de los trabajos, para que participen activamente en la consecución de los objetivos previstos.
- Aclarar y delimitar responsabilidades en materia de seguridad.
- Determinar los costes medios de protección y prevención.

En definitiva, el Estudio Básico servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

3.2.2 Valoración del estudio

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud podrá ser modificado y revisado por el Responsable Técnico de Prevención de la contrata, a tenor de la aparición de nuevas situaciones o cuando las condiciones reales difieran sensiblemente de las previstas.

3.2.3 Ámbito de aplicación

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud será de aplicación a todo el personal de la contrata que desarrolle los trabajos de construcción del edificio del presente proyecto, así como al personal de cualquier otra empresa que pudiera a su vez intervenir en dichos trabajos.

3.2.4 Medidas legales

Se aplicarán las siguientes normas vigentes:

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 09/03/1971, del M° de Trabajo, España y B.O.E. 16/03/1971).
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001, de 8 de junio).
- Reglamento de Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21/11/1959 y B.O.E. 09/10/1973).
- Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (Real Decreto 374/2001, de 6 de abril).
- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos (Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre).
- Marco Legal sobre Protecciones Personales y Colectivas.
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (Real Decreto) 487/1997, de 14 de abril).
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Construcción y Obras Públicas (Orden de 20 de mayo de 1952, que aprueba el Reglamento de Seguridad e Higiene en la Construcción y Obras Públicas).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Capítulo VII. Andamios (ORDEN de 31 de enero de 1940, del M° de Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

3.2.5 *Normas referentes al buen construir*

Las normas referentes al buen construir se exponen a continuación:

- Limpieza de escombros con regularidad, especialmente en las zonas de trabajo.
- Los trabajos se realizarán siempre en un ambiente seguro.
- Se utilizarán prendas adecuadas; casco, guantes, botas... aún cuando resulten incómodas.
- Se realizarán todos los trabajos con orden y sin prisas para evitar accidentes debidos a una mala organización o al hacer las tareas precipitadamente.
- No cargar más de lo admisible en camiones, grúas y maquinillos, para evitar accidentes y averías en las máquinas.
- El transporte del material dentro de la obra se hará con material perfectamente amarrado, evitando así su caída, especialmente a distinto nivel.
- Los trabajos se realizarán con buena iluminación.
- Se desechará cualquier elemento auxiliar que se sospeche o se vea claramente que está deteriorado y no es apto para su uso.
- Todas las herramientas se utilizarán según sus precisas instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante, en especial las de accionamiento eléctrico, y en ningún caso se dejarán abandonadas y conectadas a la red eléctrica cuando se han dejado de usar.

- Utilización de las máquinas herramientas, montacargas, grúas, retroexcavadora, escalera, borriquetas, etc., únicamente para su cometido específico y sólo para aquellas personas autorizadas para su empleo.
- Las conexiones eléctricas se harán siempre con las clavijas.
- Los recubrimientos de las mangueras eléctricas estarán en perfecto estado, desechándose en caso de que presenten alguna irregularidad o defecto.

3.2.6 Empleo y mantenimiento de los medios de protección

- Características de empleo y conservación de máquinas

Se cumplirá lo indicado por el Reglamento de Seguridad en las máquinas, R.D. 1495/86, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso, y a la instalación y puesta en servicio, inspecciones y revisiones periódicas, y reglas generales de seguridad.

- Características de empleo y conservación de útiles y herramientas

Tanto en el empleo como en la conservación de los útiles y herramientas, el Encargado de obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

El encargado de obra establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencias en su empleo, debiéndose aplicar las normas generales, de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

3.2.7 Empleo y conservación de equipos preventivos

Se consideran dos grupos fundamentales, protecciones personales y protecciones colectivas.

3.2.7.1 Protecciones personales

Se tendrá especial atención a los equipos de protección personal. Todo elemento de protección personal se ajustará a las normas de homologación del ministerio de trabajo OM 17/5/74; BOE 29/5/74. En los casos que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad necesaria a las prestaciones previstas.

Toda prenda tendrá fijado un periodo de vida útil desechándose a su término. Cuando por cualquier circunstancia, sea de trabajo o mala utilización de una prenda de

protección personal o equipo se deteriore, éstas se repondrán independientemente de la duración prevista.

3.2.7.2 Protecciones colectivas

El encargado y jefe de obra, son los responsables de velar por la correcta utilización de los elementos de protección colectiva, contando con el asesoramiento y colaboración de los Departamentos de Almacén, Maquinaria y del propio Servicio de Seguridad de la Empresa Constructora. Se especificarán algunos datos que habrá de cumplir en esta obra, además de lo indicado en las Normas Oficiales.

Valla de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90cm de altura, estando constituidos a base de tubos metálicos dispondrá de patas para mantener la estabilidad.

Rampa de acceso a la zona excavada

La rampa de acceso se hará con caída lateral junto al muro de pantalla. Los camiones circularán lo más cerca posible de éste.

Pasillos de seguridad

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tabloncillos embridados firmemente sujetos al terreno. Estos elementos también podrán ser metálicos (los tubos o perfiles para los pórticos y la cubierta de chapa) serán capaces de soportar el impacto de objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta.

Redes perimetrales

La protección del riesgo de caída a distinto nivel se hará mediante la utilización de pescante tipo horca, colocados a 4.50 m., excepto en casos especiales que por replanteo así lo requieran. El extremo inferior de la red, se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamidas de alta tenacidad con una modulación de 4.50 x 10.00m protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será de 12mm y los módulos de la red irán atados entre sí.

Se protegerán los encofrados mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

Redes verticales

Se emplearán en trabajos de fachadas relacionados con balcones y galerías. Se sujetarán a un armazón apuntalado del forjado, con embolsado en la planta inmediata inferior a aquella donde se trabaja.

Redes horizontales

Se adaptarán para proteger la posible caída de objetos en huecos de forjado.

Mallazo

Los huecos interiores se protegerán con el mallazo propio de la capa de compresión, y se cortarán una vez que se necesite el hueco. Tendrán una resistencia adaptada a la dimensión de hueco.

Barandillas

Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofradora, debiendo estar condenado el acceso a las obras por el interior de las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de las personas.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad:

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

Andamios

Se ajustarán a la legislación vigente.

Plataformas de trabajo

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho, y las situadas a más de 2.00 m. del suelo, dotadas de barandillas de 90cm. de altura, listón intermedio y rodapié de 15cm..

Escaleras de mano

Deberán ir provistas de zapatos antideslizantes y cumplirán la normativa vigente.

Plataformas voladas

Tendrán la suficiente resistencia para las cargas que deban soportar, estarán convenientemente ancladas, dotadas de barandillas y rodapié en todo su perímetro exterior y no se situarán en la misma vertical en ninguna de las plantas. Tendrán una resistencia adaptada a las acciones que tengan lugar.

Plataforma de entrada y salida de materiales

Fabricada toda ella de acero, estará dimensionada tanto en cuanto a soporte de cargas con dimensiones previstas. Dispondrá de barandillas laterales y estará apuntalada por tres puntales en cada lado con tablón de reparto. Cálculo estructural según acciones a soportar.

Marquesinas de protección en la fachada

Al encofrar el primer forjado por encima de la rasante de la calle se instalará una marquesina de protección, la cual se colocará en los espacios designados para entrada de edificio.

Consistirán en un armazón y techumbre de tablón, su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por caídas de materiales.

Herramientas

Llevarán protegidas sus partes móviles con carcasas así como las zonas por las que pudieran salir lanzadas partículas que pudieran herir al operario, el cual llevará además las protecciones personales que requiera su actividad.

3.2.8 Régimen de responsabilidades

El contratista o constructor principal de la obra quedará obligado a elaborar un plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra las previsiones contenidas en este estudio.

El plan es, por ello, el documento operativo y que se aplicará de acuerdo con la normativa vigente en la ejecución de esta obra, cumpliendo con los pasos para su aprobación y con los mecanismos instituidos para su control. Las demás responsabilidades y atribuciones dimanarán de:

- Incumplimiento del derecho por el empresario.
- Incumplimiento del deber por parte de los trabajadores.
- Incumplimiento del deber por parte de los profesionales.

3.2.9 Normas para certificación de elementos de seguridad

Una vez al mes la constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubieran realizado en la obra. La valoración se hará conforme a este estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad, siendo esta valoración revisada y aprobada por la dirección facultativa, que sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará como se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta, a la hora de redactar el presupuesto del plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad e higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales no podrá realizarse. En caso de ejecutar en obra, unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y completamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En el caso de plantearse una revisión de precios, el contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, habiéndose obtenido la aprobación previa de la dirección facultativa.

3.2.10 Consulta y participación de los trabajadores

Además de cumplir la Ley de Prevención de riesgos laborales (Art. Nº 33 al 40), deberá ajustarse a lo establecido no sólo por la Ordenanza de Trabajo sino, también, cumpliendo los acuerdos establecidos como obligatorios para la Concentración Laboral fijada en el Convenio Colectivo Provincial vigente. Según la ley de Prevención de Riesgos Laborales

- Designación de los Delegados de Prevención.
- Constitución del Comité de Seguridad y Salud en centros de trabajo con 50 o más trabajadores.
- Nombrar a los representantes de los trabajadores.
- Designar los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.

3.2.11 Plan de seguridad y salud, condiciones generales

El contratista estará obligado a realizar un plan de seguridad y salud, adoptando este estudio a sus medidas y método de ejecución.

Se adjuntarán las normas generales de obligado cumplimiento para todo el personal de contrata del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlos y hacerlos cumplir a su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas, subcontratas por ella. La contrata deberá informar a todo su personal de estas normas y pliego de condiciones disponiendo en las oficinas de la obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar la obra, la contrata comunicará por escrito a la dirección facultativa, el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en la obra, quien tendrá en su poder una copia del plan de seguridad e higiene que se elabore.

En el plan de seguridad e higiene que se presente a la aprobación de la dirección facultativa de la obra, debe incluirse especificando un plan de emergencia, compuesto por un informe donde se especifican las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio.

Concretamente se especificarán:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cumple las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
- Teléfonos de paradas de coches próximos.
- Teléfonos del cuerpo de bomberos.
- Teléfonos de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el jefe de contrata principal realizará una investigación del mismo, y además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medios preventivos para evitar su repetición.
- Fechas tope de la realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la dirección facultativa, como muy tarde dentro del día siguiente del accidente. La dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias, no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del plan de seguridad e higiene que fuera necesario realizar se necesitará la aprobación de la dirección facultativa.

El responsable en obra de la contrata, deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en el recinto de la obra, con objeto de que mantengan analizadas las listas del personal de contrata. Las altas y bajas deberán comunicarse inmediatamente en el momento que se produzcan.

La contrata enviará a la dirección facultativa, mensualmente fotocopias de los abonados a la seguridad social y antes de comenzar el trabajo deberá, presentar:

- Alta individual en la seguridad social, documento A-2 para los que no figuren en el C2, cotizando y abonando.
- Relación nominal y mensual de cotización, en seguros sociales, documentos C2, último abono en el que figuren los nombres de los trabajadores que han de presentar servicios activos.

El jefe de la obra suministrará las normas específicas de trabajo de cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y correcto entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata, aunque sea eventual, debe pasar el reconocimiento médico obligatorio, antes de comenzar su actividad. Además todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, según la orden del 13/1/1996 B.O.E 13/3/63 y OM del 15/12/65 B.O.E 17/1/66.

En cuanto a atenciones, precauciones, cuidados y manutención de los servicios de prevención, protección e higiene, además de todo lo dicho anteriormente, se cumplirá

todo lo que especifica el pliego de condiciones de mantenimiento, cuidados y precauciones del proyecto de ejecución, en relación a todos los servicios.

3.2.12 Acciones a desarrollar en caso de accidente laboral

Se actuará dependiendo de la gravedad del accidente. Si es una herida superficial se atenderá al accidentado en el botiquín de la obra, recomendándose la asistencia posterior a un centro médico. Si el accidente reviste gravedad y el herido puede trasladarse por su propio pie, éste será acompañado al centro de salud más cercano. En caso de que el accidentado esté grave se requerirá el servicio de una ambulancia y será trasladado a urgencias.

En caso de accidente este será comunicado a la delegación del ministerio de trabajo y seguridad social.

3.2.13 Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, que será, o un técnico del Servicio Técnico de Seguridad y Salud, o un monitor de seguridad o socorrista. En todo caso será una persona debidamente preparada en éstas materias. El Vigilante de Seguridad tendrá a su cargo los cometidos que siguen:

- Promover el interés y cooperación de los operarios en orden a la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Comunicar por orden jerárquico, o en su caso directamente al empresario, las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquier puesto de trabajo, y proponer las medidas que, a su juicio, deban adoptarse.
- Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas y procesos laborales en la empresa, y comunicar al empresario la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores, con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.
- Prestar, como cualquier monitor de seguridad o socorrista, los primeros auxilios en los accidentes, y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pueda requerir.

Las funciones del Vigilante de Seguridad serán compatibles con las que normalmente presta en la empresa.

Se constituirá el Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo cuando el contratista incumpliese en cualquier momento las condiciones que pide el Decreto 432/71, de 11 de Marzo (Trabajo), que regula la constitución, composición y funciones de los Comités de

Seguridad y Salud en el Trabajo, o bien porque lo disponga el Convenio Colectivo Provincial.

3.2.14 Servicios médicos

A efectos de aplicación de este Estudio de Seguridad se considera de necesario cumplimiento el Decreto 1036/1959, donde se establecen las características de los Servicios Médicos de la Empresa y las competencias y responsabilidades de los mismos.

Las misiones del Médico de Empresa donde presten sus servicios son:

A) Higiene en el trabajo.

- Estudio de vigilancia de las condiciones ambientales.
- Análisis y clasificación de los puestos de trabajo.
- Valoración de las condiciones higiénicas y prevención de riesgos en procesos industriales.

B) Higiene de los trabajadores.

- Reconocimientos previos al ingreso.
- Reconocimientos periódicos para vigilar la salud de los trabajadores.
- Diagnóstico precoz de alteraciones causadas o no en el trabajo.

C) Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

- Diagnóstico de las enfermedades profesionales.
- Preparación de obreros seleccionados como socorristas, etc.

D) Otras misiones varias de asesoramiento y colaboración.

3.2.15 Instalaciones médicas

3.2.15.1 Botiquín

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

El contenido mínimo del botiquín será:

Agua oxigenada.

- Alcohol de 90°.
- Tintura de yodo.
- Mercurio cromo.
- Amoniaco.
- Gasa estéril.
- Vendas.
- Pinzas y tijeras.
- Esparadrapo.

- Jeringuillas desechables.
- Antiespasmódicos.
- Bolsas de agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Termómetro clínico.

3.2.15.2 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

Las instalaciones provisionales de la obra se adaptarán, en lo relativo a elementos, dimensiones y características, a lo especificado en los artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene y 335, 336 y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Se organizará la recogida y retirada de desperdicios y la basura que el personal de la obra genere en sus instalaciones.

Se preverá la realización de las siguientes instalaciones:

- Abastecimiento de agua potable y distribución de los distintos compartimentos con garantías higiénicas.
- Cuartos vestuarios para uso personal de los trabajadores, con altura mínima de 2.30m y superficie de 2 m² por cada trabajador que los utilice estarán provistos de asientos y armarios individuales con cerradura de llave. En la zona de servicios de aseo se dispondrán lavabos de agua corriente, provistos de jabón, espejos y toallas, duchas aisladas en compartimentos individuales, existirán dos cabinas individuales con inodoro en compartimentos cerrados de 1.00 x 1.20 m² de superficie, de 2.30m de altura, debidamente ventilados y desinfectados.
- Se habilitará un barracón destinado a comedor.
- Se precisa un recipiente con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que genera durante las comidas el personal de la obra.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar estos trabajos con otros propios de la obra.

3.2.16 Características de la obra

3.2.16.1 Descripción de la obra y situación

Se proyecta una planta de compostaje en el Concejo de Carreño, para la valorización de la fracción orgánica de los residuos de gallinaza, que están alcanzando una cuota muy importante en el Concejo de Carreño (alrededor del 25% de la producción de toda Asturias). De esta manera, se convierte un residuo contaminante como la

gallinaza en un producto, el compost, apreciado fertilizante orgánico natural de importante valor comercial.

Las actuaciones más destacadas que supone la ejecución de este proyecto son las siguientes:

- Desbroce y movimiento de tierras, como labores preliminares de adecuación de la finca.
- Construcción de 5 túneles de fermentación, incluyendo la correspondiente infraestructura de gestión de lixiviados y de gases y olores provenientes de los mismos. Esto incluye el depósito de lixiviados, la balsa de lixiviados y la construcción del biofiltro.
- Construcción de la nave de mezcla, nave de maduración, nave de almacenamiento y edificio corporativo.

3.2.16.2 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto que se propone en el Proyecto es de Seis meses.

3.2.16.3 Evaluación de riesgos

Caídas a distinto nivel

Se pueden producir por trabajos en altura, en andamios, utilización de escaleras manuales, desplazamientos por carcasas, conductos, etc.

Caídas al mismo nivel

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas:

- Causas de trabajo o tránsito.
- Presencia de materiales sueltos y desordenados.
- Presencia de manchas de grasa y/o aceite en las zonas de trabajo o tránsito.
- Falta de orden y limpieza en el tajo.

Caídas de objetos por trabajo en cota superior

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En las maniobras de izado o arriado.
- En movimientos de materiales o desprendimiento de cargas.
- Caída de objetos y/o herramientas utilizados en el propio trabajo o como consecuencia de posibles trabajos en una cota superior por parte de otras empresas.

Golpes con o contra objetos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Trabajo en espacios reducidos.
- Presencia de materiales desordenados.
- Utilización de herramientas.
- Presencia de cargas suspendidas.

Atrapamiento

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En manipulación de materiales y cargas
- Utilización de herramientas.
- Almacenamiento de los materiales.

Proyecciones de partículas

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- En trabajos de soldadura y corte
- En trabajos con arranque de viruta o esmerilado
- En limpieza de materiales.

Contactos térmicos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Contacto con materiales a elevada temperatura
- Trabajo con operaciones de desguace y corte con soplete.
- Trabajos con soldaduras.

Contactos eléctricos

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Falta de aislamiento en los cables que alimentan los transformadores de soldadura,
- Contactos con máquinas eléctricas y cuadros de distribución incorrectamente protegidos
- Contacto con las pinzas y masas desoldar,
- Contacto con los interruptores y pinzas porta-electrodos.
- Mal aislamiento de las herramientas portátiles eléctricas y/o de los cables de alimentación de las mismas.

Incendios

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Ocasionados por producción de chispas en los trabajos de soldadura.
- Ocasionados por partículas de material fundido producidas en los trabajos con soplete.

Radiaciones

Pueden producirse este tipo de accidentes o incidentes debido a las siguientes causas o situaciones que se exponen:

- Radiaciones no ionizantes (RNI) o ultravioletas, producidas en los trabajos de soldadura y corte con soplete
- Radiaciones ionizantes o rayos gamma, ocasionados en los trabajos de inspección de soldaduras.

3.2.16.4 Medidas preventivas

Caídas a distinto nivel

En todos los trabajos situados a más de 2 metros de altura es obligatorio el uso de cinturón de seguridad con arnés y amarrado a un punto fijo.

Los andamios tubulares de módulos cumplirán la norma UNE 72-506-90 y en las plataformas de trabajo se cumplirán los siguientes apartados:

- Llevará barandilla en todo el piso, ésta estará completa y tendrá una altura mínima de 90 centímetros con rodapié de 30 centímetros de altura como mínimo.
- El piso estará formado como mínimo por tres tablones de unas medidas mínimas de 20 x 5 centímetros. Estos tablones se dispondrán de forma tal, que no puedan moverse o bascular, ni realizar cualquier movimiento peligroso, además de no poder montarse uno sobre otro.
- La separación máxima entre puntos de apoyo será de 2 metros.
- El acceso a la plataforma se efectuará por escalera y ésta estará fijada al andamio.
- El piso y acceso a las mismas serán antideslizantes, al igual que el calzado a utilizar.
- El responsable del trabajo inspeccionará los andamios y plataformas antes de su utilización.

De otra parte, las escaleras manuales serán de una sola pieza y no superarán los 7 metros de longitud, los largueros serán de una sola pieza y estarán en perfecto estado así como los peldaños o escalones. Todas las escaleras llevarán sus zapatas

antideslizantes y se amarrarán fijas a un punto, formando un ángulo de 30 ° con la vertical.

Las escaleras verticales estarán provistas de barandillas y aros quitamiedos. No se utilizarán metálicas, cuando puedan llegar a formar parte de un circuito eléctrico.

Para el desplazamiento por cotas superiores a 2 metros, tales como carcasas, conductos y vigas, es obligatorio el uso del cinturón de seguridad y un cable fiador por donde se deslizará la anilla del elemento de amarre. El cable fiador estará perfectamente tensado y tendrá suficiente resistencia, así como los elementos de sujeción o pies. La longitud del elemento de amarre o cinturón no será superior a 1,20 metros.

En los desplazamientos de radios pequeños, se puede utilizar dispositivos antiácidos deslizantes o retráctiles, bien amarrados a un punto fijo, siempre y cuando no sea posible el golpe por balanceo.

Caídas al mismo nivel

La limpieza y el orden son obligatorios para todo el personal, y tiene la consideración de medida de protección colectiva.

Se deben eliminar los desperdicios, materiales sobrantes y de desecho que se produzcan, depositándolos en recipientes adecuados y de forma periódica, de manera que la zona de trabajo se encuentre siempre en buenas condiciones de orden y limpieza.

Se debe mantener las zonas de trabajo y de tránsito, libres de materiales resbaladizos (grasas, aceites, etc.) además de mantener todo el material, herramientas y equipos, almacenado y colocado de forma estable y segura para evitar que rueden o caigan.

Se debe mantener libre el acceso a todas las zonas de trabajo y de emergencia.

Caídas de objetos por trabajo en cota superior

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Las zonas de influencia bajo cargas suspendidas se acotarán y señalizarán para advertir de la situación y si fuera necesario se colocará un vigía.
- Se asegurará la estabilidad de las piezas, y antes de soltar el elemento de aprensión hay que asegurarse de la imposibilidad de caída de la pieza o elemento.
- Los elementos que se estén manipulando, se fijarán para impedir su caída y las herramientas se guardarán en las cajas previstas para ello, y cuando no fuere así, se amarrarán a un punto fijo.
- Si otras empresas están trabajando en cotas superiores, se coordinarán estos trabajos y la empresa que trabaje encima de otra, tiene que tomar las medidas necesarias para impedir que sus útiles, herramientas, materiales o personas

puedan caer. Hasta que esto no esté garantizado, no se trabajará en la cota inferior.

Caídas a distinto nivel

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

Todos los materiales a montar, se almacenarán en el sitio destinado a ello, de forma ordenada y suficientemente estable. No se dejarán elementos o materiales que pudieran interferir en los accesos o zonas de trabajo.

En cada fase de trabajo se utilizarán las herramientas adecuadas al trabajo que se esté ejecutando, y una vez utilizadas, se guardarán en sus arcones o cajas.

En los pasillos y zonas de trabajo no se mantendrán cargas suspendidas, y en caso de hacerlo, se señalizarán y se dispondrá de un vigía para advertir la situación.

Atrapamiento

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- No se empuñarán los elementos de amarre (eslingas, estrobos, cables, etc.) mientras tengan la mínima tensión y no se cogerán las cargas por debajo de la mano.
- No se introducirán los pies debajo de las cargas al izar o arriar.
- Antes de introducir las cuñas y/o apoyos debajo de las cargas ligeramente suspendidas, será preciso asegurarse de que el cable no se encuentra retorcido, ya que podría descender bruscamente la carga.
- Los materiales, se almacenarán de forma que esté asegurada su estabilidad, con separadores adecuados y seguros, para facilitar posteriores operaciones.
- Los operarios que utilicen herramientas manuales y/o eléctricas, se adiestrarán antes en el manejo de las mismas, y éstas serán las adecuadas al trabajo que se esté efectuando.

Proyecciones de partículas

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Para las operaciones de soldadura y corte con soplete, es obligatorio el uso de pantalla o gafas con cristales inactivos. Esta obligación también se extiende a los ayudantes.
- En las operaciones de esmerilado, limpieza de soldaduras y corte con radial, es obligatorio el uso de gafas o pantalla protectora contra impactos.
- En las operaciones que exista riesgo de salpicaduras, viruta o polvo en suspensión se utilizarán gafas panorámicas.

Caídas a distinto nivel

Para los operarios que realicen soldaduras y/o utilicen el soplete, es obligatorio el uso de guantes de cuero. Las piezas que se hallen a elevada temperatura por ser recientes las soldaduras y/o el corte de soplete, y a su vez, sean accesibles al personal, se señalizarán advirtiendo del peligro.

Contactos eléctricos

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Todos los cuadros eléctricos de la obra, grupos de soldadura y maquinaria en general tendrán puesta a tierra de las masas, y dispositivo de corte por intensidad de defecto, para provocar el accionamiento del dispositivo de corte automático y en consecuencia, la desconexión de la instalación defectuosa.
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de llave para su cierre, de forma que sólo pueda manipular en ellos la persona autorizada, y además, llevarán relés diferenciales de sensibilidad no superior a 30 mA.
- Las mangueras de alimentación de cuadros, transformadores de soldadura y máquina en general, estarán perfectamente aisladas, bien fijadas a los equipos o cuadros, y tendidas de forma que no puedan ser pisadas por las máquinas y/o personas.
- Los cables de las pinzas y masas de los equipos de soldadura, se llevarán tendidos ordenadamente, y su aislamiento será correcto.
- Las piezas porta-electrodos, bornes y contactores o interruptores, estarán en buen estado, y su aislamiento en buenas condiciones.
- Las herramientas manuales eléctricas serán de doble aislamiento.

Incendios

Son de obligado cumplimiento las siguientes medidas:

- Las zonas de trabajo se hallarán libres de grasas, aceites, papeles o elementos fácilmente inflamables.
- En los trabajos de soldadura que se producen chispas y de corte con soplete que desprende partículas incandescentes y/o material fundido, es obligatorio recoger éstas en el origen mediante mantas ignífugas o elementos apropiados.
- En los trabajos con riesgo de incendio, se dispondrá de dos extintores y un vigía adiestrando en el manejo de los mismos.
- Las botellas de gases utilizadas en los sopletes, se mantendrán en los carros previstos para ello, de forma que siempre se hallen en posición vertical, y se protegerán de la caída de chispas o material fundido sobre ellas, sus accesorios y mangueras.

Radiaciones

Es obligatorio el uso de pantalla o gafas con cristales inactivos, tanto para el propio operario como para el ayudante o persona próxima a fin de evitar las radiaciones no ionizantes.

En cuanto a las radiaciones ionizantes o rayos gamma, producidas en los trabajos de inspección de soldaduras o materiales. Se tomarán las medidas preventivas que tiene previstas en estos casos la empresa encargada.

3.2.16.5 Unidades constructivas que componen la obra

Se desglosan las siguientes unidades constructivas:

- Saneamiento
- Albañilería
- Pavimentos y alicatados
- Carpintería interior
- Fontanería y aparatos sanitarios
- Electricidad
- Falso techo y pintura
- Ventilación
- Vidriería
- Instalaciones especiales
- Fachadas

3.2.17 Riesgos y prevención de nuestras unidades constructivas

3.2.17.1 Saneamiento

a) Descripción de la obra.

Suministro e instalación de tubería de PVC suspendida sobre forjado.

Ídem para la recogida de aguas residuales de sanitarios.

b) Riesgos más frecuentes.

Caídas en el mismo nivel.

Heridas con herramientas manuales de corte.

c) Medidas preventivas de seguridad.

Limpieza y orden en el puesto de trabajo.

d) Protecciones colectivas.

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) Protecciones individuales.

Casco de seguridad homologado.

Guantes de loneta ó cuero.

Cinturón de protección lumbar.
Mono de trabajo.
Calzado de seguridad antidesliza

3.2.17.2 Albañilería

Cerramientos de fachada y cargaderos.
Tabiquería interior y recibida de carpinterías.
Enfoscados y guarnecidos.
Ayudas a las instalaciones.

a) *Descripción de la obra.*

Fábricas de bloque de hormigón en cerramiento de fachada y de fábrica de ladrillo en distribuciones interiores.
Revestimientos de acabado con mortero de cemento y arena ordinario.
Apertura de rozas, recibido de canalizaciones, cajas, anclajes, etc.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas del personal al mismo nivel.
Caídas de materiales.
Golpes, cortes, atrapamientos y sobreesfuerzos.
Proyección de partículas al corte de ladrillos.
Salpicaduras de morteros y otras mezclas al trabajar a la altura de los ojos.
Caídas desde andamios.

c) *Medidas preventivos de seguridad.*

Uso de gafas apropiadas contra salpicaduras y proyección de partículas.
Nunca trabajar en solitario.
Mantener un adecuado orden y limpieza en el tajo.

d) *Protecciones colectivas.*

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado
Cinturones de seguridad y de protección lumbar.
Guantes de goma ó caucho.
Mono de trabajo.
Calzado de seguridad clase III.

3.2.17.3 Pavimentos y alicatados

Alicatado de azulejo.
Pavimento de gres y zócalos.

a) *Descripción de la obra.*

Solado con loseta de gres y alicatado con plaqueta cerámica recibidos con mortero de cemento-cola.

b) *Riesgos más frecuentes:*

Caídas al mismo nivel.

Cortes en las manos.

Inhalación de polvo en el corte de piezas.

Golpes en manos y pies.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Limpieza y orden en la zona de trabajo.

Delimitación del área de trabajo para evitar el acceso indiscriminado de personas ajenas.

d) *Protecciones colectivas.*

Empleo de borriquetas o andamios fijos que cumplan la normativa al respecto.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Guantes de goma.

Mono de trabajo.

Calzado antideslizante.

Gafas protectoras.

Mascarillas.

3.2.17.4 *Carpintería interior*

Puertas de paso.

Encimera.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro y colocación de puertas de paso interiores.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Golpes en manos y pies.

Cortes en las manos con herramientas.

Caídas al mismo nivel

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Andamios fijos y móviles cumpliendo normativas.

Delimitación de la zona de trabajo.

Limpieza y orden en el área de trabajo.

d) *Protecciones colectivas.*

Las señaladas en el párrafo anterior.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Gafas de protección.

Guantes de cuero y goma.

Botas de seguridad con puntera reforzada.

Mono de trabajo.

Cinturón de protección lumbar.

3.2.17.5 Fontanería y aparatos sanitarios

Instalación de agua fría y caliente.

Colocación de aparatos sanitarios.

Termo acumulador eléctrico.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro e instalación de canalizaciones de agua fría y caliente sanitaria.

Colocación de aparatos sanitarios y griferías. Producción de ACS.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Golpes contra objetos.

Electrocución por contacto.

Heridas en manos y brazos.

Quemaduras por llama.

Golpes y aplastamientos de pies y manos.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Doble aislamiento en las máquinas herramientas.

No usar canalizaciones de acero como tomas de tierra.

Revisar válvulas, mangueras y sopletes de soldadura.

Alejar las botellas de gas de todas las fuentes de calor.

Evitar golpes y cortes con herramientas manuales.

d) *Protecciones colectivas.*

Limpieza y orden en el área de trabajo.

Señalización y delimitación del área de trabajo.

Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante de seguridad homologado.

Mono de trabajo.

Gafas de protección.
Guantes de lona, cuero ó goma.
Mandil de cuero, polainas y careta para soldadura.
Botas de seguridad con puntera protegida.

3.2.17.6 Electricidad

Instalación de electricidad y alumbrado.
Instalación especial de telefonía y emergencia.
Colocación de mecanismos eléctricos.
Colocación de luminarias.

a) *Descripción de la obra e instalación general de electricidad y alumbrado, incluyendo cuadros de mando y protección, líneas de alimentación mecanismos y luminarias.*

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas de personal al mismo nivel.
Cortes en las manos.
Electrocuciones y quemaduras por contacto eléctrico.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las conexiones se harán siempre sin tensión en la línea.
Las pruebas con tensión se harán siempre al finalizar la tarea.
Las herramientas manuales se revisarán sus aislamientos.

d) *Protecciones colectivas.*

La zona de trabajo estará siempre limpia, ordenada e iluminada.
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes y siempre aislante.
Humedad relativa del aire superior 70% se potenciarán las medidas.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante homologado.
Guantes aislantes homologados.
Cinturón de seguridad.
Mono de trabajo.
Calzado aislante con suela reformada.

3.2.17.7 Falso techo y pintura

Colocación de falso techo modular.
Pintura de paramentos y esmalte de carpinterías.

a) *Descripción de los trabajos.*

Suministro e instalación de falso techo con placas y perfilaría ligera.

Pintura de paramentos verticales.

Pintura de carpinterías.

b) *Riesgos más frecuentes*

Caídas al mismo nivel.

Intoxicación por emanaciones.

Salpicaduras en cara y ojos.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Ventilación suficiente.

Iluminación adecuada.

d) *Protecciones individuales.*

Gafas protectoras.

Casco homologado.

Mascarilla.

Mono de trabajo.

Guantes de goma.

3.2.17.8 Ventilación

Instalación de conductos de aire.

a) *Descripción de la obra.*

Suministro de conductos de ventilación.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Los de las instalaciones de fontanería y electricidad.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

d) *Protecciones colectivas.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

e) *Protecciones individuales.*

Las de las instalaciones de fontanería y electricidad.

3.2.17.9 Vidriería

Acristalamiento de fachadas.

a) *Descripción de los trabajos.*

Colocación de acristalamiento en carpinterías exteriores.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas al mismo nivel.

Cortes por rotura o caída de vidrios.

Sobreesfuerzos.

c) *Medidas preventivas de seguridad. Escaleras y andamios fijos.*

Acristalamiento desde el interior de la obra.

Marcar vidrios en almacenamiento y transporte en posición vertical.

Manipulación con ventosas.

Acotar el área de trabajo.

d) *Protecciones colectivas.*

Barandillas y rodapiés en andamios fijos.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Guantes de cuero.

Botas con puntera reforzada.

Uso de muñequeras o manguitos de cuero.

Mono de trabajo.

Cinturón de protección lumbar.

3.2.17.10 *Instalaciones especiales*

Colocación de extintores.

a) *Descripción de la obra.*

Colocación de extintores de incendios.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas de personal al mismo nivel.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Las pruebas con tensión se harán siempre al finalizar la tarea o trabajo.

Las herramientas manuales se revisarán periódicamente aislamientos.

d) *Protecciones colectivas.*

La zona de trabajo estará siempre limpia, ordenada e iluminada.

Las escaleras portátiles tendrán los calzos de goma.

e) *Protecciones individuales.*

Casco aislante homologado.

Guantes aislantes homologados.

Cinturón de seguridad.

Mono de trabajo.

Calzado aislante con suela reforzada.

3.2.17.11 *Fachadas*

Bloque de hormigón visto

Carpintería de PVC.

Rótulo.

a) *Descripción de la obra.*

Fachada de bloque de hormigón visto.

Carpintería de PVC.

b) *Riesgos más frecuentes.*

Caídas del personal al mismo nivel.

Caídas de materiales.

Golpes, cortes, atrapamientos y sobreesfuerzos.

Proyección de partículas en el corte de ladrillos.

Salpicaduras de morteros y otras mezclas al trabajar a la altura de los ojos.

Caídas desde andamios.

c) *Medidas preventivas de seguridad.*

Uso de gafas apropiadas contra salpicaduras y proyección de partículas.

Nunca trabajar en solitario.

Mantener un adecuado orden y limpieza en el tajo.

Las conexiones se harán siempre sin tensión en la línea.

Las pruebas con tensión se harán siempre una vez finalizada la tarea.

d) *Protecciones colectivas.*

Utilización de andamios con barandillas rígidas y rodapié.

e) *Protecciones individuales.*

Casco de seguridad homologado.

Cinturones de seguridad y de protección lumbar.

Guantes de goma o caucho.

Mono de trabajo.

Calzado de seguridad clase III.

3.2.18 Formación e información

3.2.18.1 Antes de la incorporación al puesto de trabajo

Según ley, se formará al personal que participa en los trabajos sobre la destreza y habilidades en la ejecución de los mismos, las medidas de seguridad a tomar en cada operación, así como de los elementos de protección colectiva e individual a utilizar en todas las fases.

Esta formación se llevará a cabo mediante cursos y/o charlas de seguridad y con la entrega de manuales o documentación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear y la obligatoriedad de su cumplimiento.

Por último, antes de comenzar el trabajo deberá comprobarse que cada operario conoce perfectamente el uso de las herramientas, útiles y la maquinaria que se les facilite, y que las maneja sin peligro para sí mismo ni para terceras personas. En otro caso deben facilitarse las normas y enseñanzas necesarias que garanticen dicho fin.

3.2.18.2 Durante el periodo de trabajo

Se mantendrán reuniones por grupos con la periodicidad que indique el Jefe de Obra, donde participará éste y/o el Jefe de Equipo, el Responsable de Seguridad y los trabajadores que forman cada grupo, haciendo participar a estos, y aprovechar así su experiencia y conocimientos sobre el puesto de trabajo.

Antes de finalizar la reunión, se mantendrá un coloquio y se llegará a un acuerdo consensuado sobre la idoneidad de las medidas preventivas a tomar.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

3.2.18.3 Actitudes

Los Mandos Intermedios velarán por el cumplimiento del Plan, tomando las medidas disciplinarias que fueran menester en consonancia con lo dispuesto por la ley 31/1995 del 8 de Noviembre, artículo 29, apartado 3.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos, tendrá la consideración laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

3.2.18.4 Medicina preventiva y primeros auxilios

a) Botiquines

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Mensualmente se pasará revista, reponiendo las faltas existentes, misión de la que se responsabilizará el Jefe de Obra.

b) Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

c) Reconocimiento Médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

3.3 Efectos del compost sobre el suelo y las plantas

3.3.1 Efectos sobre las propiedades del suelo

El compost procedente de residuos orgánicos está considerado como enmienda orgánica, la cual incrementará sobre el suelo donde se apliquen contenido total de materia orgánica.

Dentro de lo que se consideran materia orgánica en el suelo, se encuentran dos grupos, las sustancias no húmicas y las húmicas. Dentro del primer grupo aparece compuestos de diferente naturaleza como son los hidratos de carbono, proteínas, grasas, alcoholes, celulosas, ligninas, resinas, etc. En definitiva, una serie de compuestos químicamente bien definidos. Dentro de este grupo se incluirían también los organismos vivos.

El segundo grupo está formado por las sustancias húmicas, como son los ácidos fúlvicos, húmicos y huminas, las cuales proceden de la oxidación lenta de la materia orgánica. Estas sustancias son las principales responsables de los efectos beneficiosos de la materia orgánica en el suelo.

Mediante el compostaje se transforma la materia orgánica inicial mediante un proceso de humificación. Una vez alcanzado el grado de madurez, el producto final contiene materia orgánica con una relación entre sustancias húmicas y materia orgánica total adecuada para su disposición en el suelo. Esta materia orgánica aportada al suelo está en un continuo estado de evolución, semejante al sufrido en el proceso de compostaje, aunque más lento. En este sentido parte de la materia orgánica se mineraliza por la actividad microbiana, dando lugar a diferentes compuestos inorgánicos (sulfatos, fosfatos, amonio, nitratos, dióxido de carbono etc.), los cuales pueden ser utilizados por la planta. La fracción no mineralizada puede transformarse dando sustancias húmicas.

En definitiva los aportes de materia orgánica al suelo mediante aplicación de compost dan lugar a un incremento en la actividad biológica del mismo (índice de fertilidad), proporcionando una serie de elementos minerales asimilables por la planta, así como compuestos húmicos que mejoran las características del medio.

El continuo estado de evolución de los compuestos carbonosos presentes en el suelo, exige de unos aportes sucesivos para obtener un equilibrio entre las entradas y

salidas de materia orgánica. Las entradas dependerán principalmente de los aportes, del tipo de material orgánico aplicado y de la fracción que va a humificarse, mientras que las salidas dependerán del tipo de suelo, la erosión, la climatología y de las técnicas de cultivo empleadas. En función de esto se puede considerar que el incremento de la concentración de materia orgánica en un suelo por la aplicación de compost dependerá de los siguientes factores:

- La cantidad o dosis aplicada.
- Forma y frecuencia de aplicación.
- Técnicas de laboreo realizadas.
- Zona de aplicación.

En definitiva los aportes al suelo de estas enmiendas orgánicas suponen un incremento del carbono orgánico, principalmente en los horizontes superficiales, lo cual da lugar a un aumento de la fertilidad que permitirá el desarrollo de la biomasa vegetal.

3.3.1.1 Efectos sobre las propiedades físicas

3.3.1.1.1 Estabilidad estructural

La conservación de la estructura del suelo se debe entre otros a la naturaleza coloidal de las arcillas y humus, así como a las uniones dadas por cationes polivalentes como Ca, Mg, Fe y Al. Los grupos hidrófobos e hidrófilos de las sustancias húmicas reaccionan rápidamente con los cationes polivalentes, dando lugar a puentes catiónicos con superficies polianiónicas como las que presentan las arcillas. Todo esto da lugar a complejos muy estables.

Estas nuevas estructuras dispondrán hacia el exterior los grupos hidrófobos de las sustancias húmicas, incrementando la tensión superficial de la interfase sólido-líquido, manifestándose a la vez una oclusión de los microporos sensibles a la entrada de agua. Todo esto reduce la mojabilidad del material y por lo tanto su disgregación al humedecerse.

Atendiendo a esto, la materia orgánica se comportará como un activante de la formación de agregados, actuando a corto plazo las sustancias no húmicas (son rápidamente descompuestas por los microorganismos) y a largo plazo las de naturaleza húmica, principalmente los ácidos húmicos y en menor medida los fúlvicos.

Por otro lado y aunque en menor medida, el incremento de la actividad microbiana en el suelo, favorece su agregación gracias a la formación de sustancias mucilaginosas (polisacáridos) y micelios. Sin embargo este incremento de actividad reduce el contenido en materia orgánica, por lo que se debe establecer un equilibrio entre las entradas y salidas de estas sustancias para limitar la erosión, favoreciendo incluso la agregación por el desarrollo radicular de la planta.

En definitiva, los aportes de compost mejoran la estabilidad del suelo, contrarrestando los efectos de la erosión, acelerados por el laboreo. Su aplicación continuada incrementará el estado de agregación, sobre todo en capas superficiales, las más susceptibles a la erosión.

3.3.1.1.2 Densidad Aparente

La densidad aparente del suelo se correlaciona negativamente con el contenido en materia orgánica de este, por lo tanto lo primero que se aprecia al aplicar enmiendas orgánicas como el compost es un descenso en este parámetro. Esto dará lugar a un incremento de la porosidad y por lo tanto se afectará positivamente a la permeabilidad del suelo tanto a gases (oxígeno) como al agua.

A corto plazo, la influencia sobre la densidad aparente se debe a un efecto de dilución, ya que la materia orgánica presenta menor densidad aparente que la materia mineral. A largo plazo, el incremento en la porosidad se debe a la mejora que la aportación de materia orgánica tiene sobre la estabilidad de los agregados y mantenimiento de la estructura del suelo, así como por el desarrollo radicular y de micro y meso-fauna.

Los incrementos en la porosidad del terreno, darán lugar a un incremento de la capacidad de infiltración, efecto que se verá favorecido por la disminución de la costra superficial, dado al aplicar el compost, efecto similar al causado al aplicar estiércol.

La aplicación de compost procedentes de fangos de estaciones depuradoras o de mezclas entre compost y fertilizantes nitrogenados, no manifiesta estos incrementos de porosidad.

3.3.1.1.3 Capacidad de retención de agua

La materia orgánica y en especial las sustancias húmicas, presentan una alta capacidad de retención de agua, debido al carácter coloidal y a la posibilidad de formar enlaces mediante puentes de hidrógeno. Atendiendo a esto la aplicación al suelo de compost incrementará la capacidad de retención de agua.

Todo esto da lugar a un incremento de la cantidad de agua disponible para la planta y a su vez favorece el desarrollo de la actividad biológica, haciendo al suelo más resistente a períodos de sequía.

La capacidad de retención de agua está relacionada con la porosidad del medio, así como con el tamaño del poro. Interesa en el medio un sistema bimodal de poros (Berengena.1997), encontrando poros transmisores de agua (tamaño superior a 50 μm) y poros de almacenaje (tamaño inferior a 50 μm) en proporción semejante, lo cual equivale a una buena estructura del suelo. La aplicación de enmiendas orgánicas incrementa la cantidad de agua disponible en el suelo ya que favorece una buena estructura de este, así como una distribución adecuada de poros.

3.3.1.1.4 Temperatura

La presencia de materia orgánica en el suelo está en correlación con el incremento de la temperatura de este. Por un lado hay que considerar el aumento de la actividad metabólica cuyos efectos sobre la temperatura precisarán de grandes aportes o bien de la aplicación de compost no estabilizado.

Independientemente de los procesos biológicos, la presencia de sustancias húmicas en el suelo incrementará la capacidad calorífica, descendiendo la conductividad térmica. Todo esto da lugar a un calentamiento del suelo motivado en parte por la capacidad de adsorción de calor de los dobles enlaces presentes en las moléculas de los compuestos húmicos. Esto permite que a diferencia de los suelos claros donde se llega a adsorber un 30% de la radiación solar, los suelos ricos en sustancias húmicas pueden alcanzar el 80% (labrador, 1996).

3.3.1.2 Influencia sobre las propiedades químicas

3.3.1.2.1 Capacidad de Intercambio catiónico

Este parámetro es uno de los indicadores de la fertilidad del suelo agrícola. La mayor capacidad de intercambio catiónico facilita la asimilación de cationes por la planta y por lo tanto incrementa su desarrollo. El proceso es realizado por las arcillas y en mayor medida por las sustancias húmicas del suelo, con una capacidad de cambio de hasta 10 veces superior.

Los aportes de compost al suelo incrementan la capacidad de intercambio catiónico en mayor o menor grado, dependiendo de la dosis. Son los grupos carboxílicos e hidroxílicos de los ácidos húmicos y fúlvicos los que incrementarán esta propiedad del suelo. Esto permite la formación de compuestos complejos y quelatos con cationes polivalentes como Cobre, Manganese o Hierro, lo cual protege al catión de la formación de compuestos insolubles en el suelo, siendo así más asimilable para la planta.

Los procesos de compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos incrementa la capacidad de intercambio catiónico al aumentar la formación de grupos carboxílicos e hidroxifenólicos. Este incremento está considerado por algunos autores (Horada e Inako, 1980) como un parámetro para determinar el grado de madurez del compost.

3.3.1.2.2 pH

El compost con un adecuado grado de madurez, presenta un pH neutro o ligeramente alcalino, siendo este parámetro un indicativo del grado de madurez. Valores algo ácidos indican que el proceso no fue bien realizado.

La influencia que la aplicación de estos productos al suelo tendrá sobre el pH, dependerá del valor propio del suelo, así para suelos ácidos tiende a aumentarlo, mientras que en los alcalinos tiende a disminuirlo. Este efecto puede ser debido al efecto tampón de los grupos carboxílicos e hidroxifenólicos de los ácidos húmicos, el cual permite incluso amortiguar las variaciones de pH causadas por la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Otros efectos como el incremento de la actividad biológica en el suelo pueden afectar al pH. Entre ellos se puede considerar la liberación de CO₂ procedente de la descomposición de la materia orgánica, la liberación de ácidos orgánicos o los procesos de nitrificación que al oxidar amonio a nitrato liberan H⁺

3.3.1.2.3 Conductividad eléctrica

Uno de los problemas que nos puede plantear la aplicación de compost al suelo, es el incremento de la salinidad de este, debido a la alta concentración de sales que presentan. Esto obliga a controlar las dosis de aplicación sobre todo en zonas áridas o semiáridas donde la falta de lluvia puede provocar un desequilibrio entre las sales aportadas y las lavadas por el agua de lluvia. De los diferentes aportes de sales, hay que prestar mayor atención al sodio, siendo este uno de los cationes que más favorece la degradación del suelo.

La salinización del suelo puede producir daños de costosa solución, aunque esto dependerá también de los cultivos a los que se aplique, siendo unos más tolerantes que otros.

Un aspecto favorable del uso de las enmiendas orgánicas frente a la salinidad, es la mejora de las características físicas del suelo, favoreciendo la capacidad de infiltración del agua y con ello el lavado de las sales. Esto representa una ventaja frente al uso de fertilizantes químicos, los cuales para un aporte equivalente de sales incrementan más la conductividad eléctrica.

3.3.1.2.4 Capacidad de cesión de nutrientes al suelo y la planta

La aplicación de compost al suelo, supone un aporte junto con la materia orgánica de una serie de nutrientes como nitrógeno, fósforo o potasio que pueden ser asimilados por la planta. Los principales nutrientes son los siguientes:

- **Nitrógeno:** El nitrógeno es uno de los principales elementos necesarios en las plantas. Forma parte de la composición de todas las proteínas que constituyen la principal parte componente del citoplasma de las células vegetales e interviene en la composición de los ácidos nucleicos (ribonucleico RNA y desoxirribonucleico DNA, que juegan un papel fundamental en, el metabolismo del organismo). El nitrógeno está presente en el metabolismo, en los fosfatidos, en los alcaloides, en los fermentos y en muchas sustancias orgánicas de las células vegetales.

Las sales amoniacales y las del ácido nítrico constituyen la fuente de entrada de nitrógeno en las plantas.

Las sales de nitrógeno que entran a la planta pasan un ciclo complejo de transformaciones, cuya etapa final es la introducción del nitrógeno en la composición de las moléculas de proteína. Las proteínas se sintetizan de los aminoácidos, formándose éstos, a su vez, de la interacción del amoníaco con el grupo cetónico de los ácidos orgánicos correspondientes (aminación).

De esta forma, para la síntesis de los aminoácidos es necesaria la forma reducida del nitrógeno. Los nitratos y los nitritos no reaccionan con los grupos cetónicos de ácidos carboxílicos orgánicos y para la formación de los aminoácidos correspondientes se han de reducir previamente en los tejidos de las plantas hasta amoníaco. Si las plantas contienen suficiente cantidad de carbohidratos, los nitratos se reducen hasta amoníaco ya en las raíces.

La menor disposición de las plantas a aceptar los nitratos hace que, junto a la elevada solubilidad que poseen, el nitrógeno presente en esta forma tienda a perderse con mayor facilidad, favoreciéndose la lixiviación a través del suelo.

Los distintos pasos en la reducción de los nitratos hasta amoníaco vienen influenciados por diferentes fermentos, y estos a su vez condicionados por algunos elementos especiales. Los pasos son: nitrato a nitrito (necesita molibdeno), nitrito a hiponitrito (cobre, hierro y magnesio), hiponitrito a hidroxilamina (igualmente cobre, hierro y magnesio) y, finalmente, hidroxilamina a amoníaco (manganeso y magnesio).

Una buena alimentación nitrogenada en la planta generará un aumento positivo en la síntesis de materia proteica, una intensificación de la vitalidad del organismo, un aceleramiento del crecimiento y un retardo de la marchitez de las hojas.

Sin embargo, es conveniente no excederse con este tipo de alimentación debido a que puede ocasionar una retención en la maduración, así como un aumento en las concentraciones de nitratos, que si bien no es peligroso para las plantas, sí lo puede ser para el hombre.

La descomposición de los compuestos orgánicos de nitrógeno en el suelo ocurre, a grandes rasgos, en dos pasos. Primeramente ocurre la amonificación, donde las proteínas de las sustancias húmicas se convierten en amoníaco por desaminación y desamidación de los aminoácidos formados en primer lugar. Como resultado se desprende el amoníaco de los amino y amidocompuestos y se forman diversos ácidos orgánicos que continúan degradándose hasta llegar a formar los compuestos más simples: CO_2 , H_2O , N_2 , CH_4 . A continuación, sucede la nitrificación, que es el paso de este amoníaco a nitratos con la formación de nitritos como paso intermedio.

La amonificación es realizada por un amplio grupo de microorganismos aerobios y anaerobios: bacterias, actinomicetos y hongos. La nitrificación la realiza un grupo de bacterias específicas para las cuales la oxidación es la fuente de energía. A este grupo pertenecen Nitrosomas, Nitrosocystis, Nitrosospira y Nitrobacter (Yagodin, 1986).

Las mejores condiciones para la nitrificación son un buen acceso de aire, humedad del suelo en torno al 60-70%, pH entre 6.2 y 8.2 y temperatura entre 25 y 30 °C. Sobre la nitrificación influyen también el laboreo del suelo, el encalado y la fertilización. Sin embargo, el proceso de nitrificación, a la par de tener importancia positiva (por la conversión del NH_3 que de otra forma se perdería), juega un papel negativo, pues los nitratos no sólo se almacenan en el suelo, sino que pueden ser lavados de él debido a su movilidad, y también pueden someterse a la desnitrificación, formando gases de nitrógeno (NO , N_2O y N_2), lo que también conduce a la pérdida de nitrógeno del suelo.

La desnitrificación la realiza un amplio grupo de bacterias que se conocen con el nombre común de desnitrificantes (Denitrificans, Stutzeri, Fluorescens, Pyocyanum, etc.). Este proceso se desarrolla con particular intensidad en condiciones anaerobias, cuando el suelo tiene reacción alcalina y abundante materia orgánica rica en celulosa, glucosa u otros carbohidratos. Las bacterias desnitrificantes oxidan rápidamente los carbohidratos hasta CO_2 empleando el oxígeno de los nitratos. El proceso de reducción de los nitratos lleva carácter endotérmico, es decir con consumo de energía. La reducción de nitratos hasta nitritos transcurre con la participación del fermento nitrato-reductasa, y la siguiente reducción de nitritos se lleva a cabo con ayuda del nitrito-reductasa.

El nitrógeno molecular y el N_2O son los principales productos gaseosos de la desnitrificación biológica, por lo que a consecuencia de su volatilización tiene lugar la pérdida de nitrógeno del suelo.

La desnitrificación en los suelos ocurre no sólo con alta humedad y poca aireación del suelo, sino también en condiciones de humedad y aireación corrientes (si en el suelo hay nitratos y materia orgánica de fácil descomposición). En los suelos no existe absoluta aerobiosis, porque hasta con buena estructura y óptima humedad, la aireación puede ser insuficiente en el interior de los microagregados del suelo donde se crean las condiciones favorables para la desnitrificación. Existe íntima correlación entre la desnitrificación y la nitrificación. La formación intensa de nitratos en las microzonas aerobias de los suelos provoca su empobrecimiento de oxígeno; como resultado del rápido consumo de oxígeno por los microorganismos y del desprendimiento de CO_2 estas microzonas se hacen anaerobias y aquí se crean condiciones para la desnitrificación.

Existe además una desnitrificación química o quimiodesnitrificación, responsable de una pérdida extra de nitrógeno del suelo, en la que también toman parte diversos microorganismos. Por último, se debe tener en cuenta otros procesos secundarios de síntesis que también ocurren y originan el paso de compuestos minerales a orgánicos (no asimilables). Estos procesos de inmovilización llevan carácter biológico.

Otro proceso biológico que debe ser tomado en consideración es la fijación (incorporación al ciclo) de nitrógeno molecular procedente del aire. Suele realizarse por plantas leguminosas, si bien se conocen más de 200 que no lo son y que sí fijan nitrógeno. La participación de microorganismos es la condición fundamental para que pueda ser llevada a cabo. De especial importancia es la simbiosis de las bacterias nodulares con las leguminosas.

La aplicación de compost, supone un aporte de nitrógeno orgánico al suelo, lo cual representa una fuente de nitrógeno mineral disponible para la planta tras un proceso de mineralización. Esto puede catalogar al compost como un fertilizante de liberación lenta.

Los aportes de nitrógeno, tenderán a acumularse junto con la materia orgánica en los horizontes superficiales, dependiendo el grado de disponibilidad de la planta y de la relación C/N que presente el compost aplicado:

- Si la relación C/N es inferior a 20, el nitrógeno tenderá a mineralizarse dando formas disponibles para la planta.
- Si la relación C/N es superior a 35, descenderá la disponibilidad, descendiendo incluso la asimilación del nitrógeno presente en el suelo. Con esta relación se produce un incremento de la actividad biológica, asimilando la microflora el nitrógeno. Este proceso sin embargo inmoviliza el nitrógeno del suelo reduciendo las pérdidas por lixiviación.

El aporte de compost maduros dará lugar a un incremento de la concentración de nitrógeno asimilable en el suelo, la cual dependerá a su vez de la relación C/N, del tipo de suelo, su manejo y contenido en nitrógeno, de factores abióticos como temperatura y humedad, así como las características de los microorganismos implicados en la mineralización.

Las dosis aplicadas de compost influirán en la mayor o menor concentración de nitrógeno en el suelo, aumentando así el riesgo de lixiviación de nitrato. Este riesgo es mucho menor que el causado por la aplicación de fertilizantes químicos tipo urea, que si bien son más eficaces para aplicar nitrógeno asimilable a corto plazo (la disponibilidad a corto plazo para la planta del nitrógeno contenido en el compost, en relación al aplicado mediante fertilizantes químicos, es del 16%), son más contaminantes.

• **Fósforo:** Sin ácido fosfórico no puede existir ni una sola célula viva. Los nucleoproteídos, materia principal de los núcleos de las células, contienen en su composición ácido fosfórico. Los nucleoproteídos son compuestos de proteínas con ácidos nucleicos. Estos últimos contienen ácido fosfórico. Lo mismo que las sustancias proteinógenas, los ácidos nucleicos son compuestos multipoliméricos de carácter coloidal. Se distinguen los ácidos ácido (ARN, RNA) y desoxirribonucleico (DNA). Sus estructuras son extraordinariamente complejas aunque están compuestos sólo de cuatro componentes básicos (nucleótidos). En la estructura de los ácidos nucleicos están registradas las particularidades hereditarias del organismo, ya que por ellas se reproduce la síntesis y la estructura de las moléculas proteicas en la descendencia. A su vez las proteínas, por ejemplo los fermentos, influyen sobre la síntesis de los ARN y DNA.

En los ácidos nucleicos el contenido de fósforo constituye cerca del 20% (calculado en P_2O_5). Los ácidos nucleicos se encuentran presentes en cada célula vegetal, en todos los tejidos y en todos los órganos.

El fósforo se encuentra también en la composición de una serie de otras sustancias orgánicas de las plantas tales como la fitina (que sirve de sustancia de reserva y de germinación), la lecitina (que entra en la composición de las membranas fosfolipídicas regulando la permeabilidad a distintas sustancias) y los sacarofosfatos (respiración y fotosíntesis).

Pero aún existe una función más, de gran importancia, desempeñada por el fósforo, y es la realización de los procesos sintéticos, por ejemplo, de la biosíntesis de las proteínas, grasas, almidón, sacarosa.

Al igual que para el nitrógeno, la aplicación de compost al suelo, supone un incremento de la concentración de fósforo, ahora bien, para ser asimilable por la planta

debe mineralizarse, para lo cual precisa encontrarse en valores superiores al 0.3% y una relación C/P inferior a 200.

El fósforo es poco móvil en el suelo, por lo que las pérdidas por lixiviación serán escasas, sin embargo su biodisponibilidad puede estar condicionada por la adsorción de este sobre coloides o su precipitación a pH alcalinos. Estos factores influirán principalmente en la aplicación de fertilizantes químicos, mientras que la aplicación mediante compost facilita su asimilación, por los efectos que realiza sobre el pH alcalino y la formación de fosfohumatos que impiden la transformación a formas poco asimilables (labrador, 1996).

La disponibilidad a corto plazo para la planta, del fósforo contenido en el compost procedente de la fracción sólida de residuos orgánicos, en relación con el aplicado mediante fertilizantes químicos, es alta oscilando entre el 57 y 70%.

• **Potasio:** El potasio en las plantas se encuentra en forma iónica y no entra en la composición de los compuestos orgánicos de las células. Se halla, principalmente, en el citoplasma y en las vacuolas, mientras que está ausente en el núcleo. Cerca del 20% del potasio se retiene en las células de las plantas en estado de adsorción cambiante por los coloides del citoplasma, hasta un 1% es absorbido no cambiamente por los mitocondrios, y la parte principal (aproximadamente 80%) se encuentra en el jugo celular y se extrae fácilmente con agua. Por eso el potasio se lava de las plantas con las lluvias, sobre todo de las hojas adultas.

El potasio que se acumula en los cloroplastos y mitocondrios estabiliza la estructura de éstos y contribuye a la formación de compuestos ricos en energía en los procesos de la fotosíntesis y fosforilación oxidante.

Refuerza a su vez la síntesis de los carbohidratos de alto peso molecular (celulosa y hemicelulosa principalmente), cataliza la labor de algunos fermentos y también fomenta la síntesis y acumulación de una serie de vitaminas en las plantas.

El potasio, junto con el calcio y el magnesio, es importante también para la nutrición amónica de los cultivos agrícolas. La insuficiencia de nutrición potásica conduce a la vulneración del metabolismo en las plantas. El déficit de potasio provoca el debilitamiento de la actividad de una serie de fermentos, la violación del metabolismo de carbohidratos y proteínas en las plantas, aumentando los gastos de azúcar en la respiración, conduce a la formación de granos endebles, a la reducción del poder germinativo y vitalidad de las semillas y, como resultado, ejerce influencia negativa sobre la calidad de la cosecha. Con insuficiencia de nutrición potásica las plantas se contagian con mayor facilidad de enfermedades y debido a esto, después de la recolección, se reduce la conservación de la cosecha.

También es indispensable para los procesos de incorporación del fosfato a los compuestos orgánicos, así como para la reacción de transferencia de los grupos fosfóricos.

Respecto al contenido de este elemento en el suelo se debe decir que en la capa de interés agrícola, es entre 5 y 50 veces mayor que el de nitrógeno y entre 8 y 40 la del fósforo. Se encuentra fundamentalmente en la parte mineral del suelo y su fuente de alimentación principal a las plantas es en forma de sales solubles de potasio.

Los compost procedentes de residuos agrícolas y ganaderos presentan una elevada capacidad para ceder potasio asimilable al suelo, con una biodisponibilidad de prácticamente el 100% en relación con fertilizantes potásicos inorgánicos. En este sentido, el compost es una fuente de potasio suficiente para satisfacer las necesidades de este nutriente para la mayoría de los cultivos.

La aplicación de compost al suelo mantiene niveles asimilables de potasio superiores a los obtenidos por aplicación de fertilizantes inorgánicos, debido tanto a su contenido como a la mejora sobre la capacidad de cambio catiónico.

- *Calcio y magnesio:* Los aportes de compost no incrementan significativamente las concentraciones de calcio y magnesio en el suelo, apreciándose solo ligeros incrementos en suelos ácidos y con dosis por lo general muy altas (Nogales et al, 1995).

- *Micronutrientes:* Elementos esenciales para el desarrollo de la planta como son el Zn, Cu, Mo, Fe, Mn y B están presentes en los compost, por lo que su aplicación al suelo puede suponer una corrección de micronutrientes, especialmente importante para suelos deficientes como algunos suelos calizos de zonas áridas y semiáridas.

3.3.1.3 Efectos sobre las propiedades biológicas

La mejora que sobre las propiedades físicas del suelo, supone la aplicación de compost, así como el incremento en la cantidad de materia orgánica, favorece la proliferación microbiana y la actividad enzimática de la misma. Este incremento se aprecia en toda la comunidad microbiana (bacterias, hongos, actinomicetos, micorrizas...). Por otro lado, los aportes de compost suponen un incremento en la población microbiana al contener esta gran variedad de microorganismos.

Una mayor actividad microbiana dará lugar a una mayor mineralización de la materia orgánica, favoreciéndose los aportes de nutrientes a la planta. Esto precisará de nuevos aportes de materia orgánica hasta establecer un equilibrio entre entradas y salidas.

A pesar de estos efectos beneficiosos, algunas actividades enzimáticas como la fosfatasa ácida o los procesos de mineralización de nitrógeno, se pueden ver alterados por la presencia de metales pesados, los cuales pueden incorporarse al suelo a través de las aplicaciones de compost. Esto reduciría la fertilidad del suelo.

3.3.2 Efectos sobre la planta

La aplicación de compost, además de ejercer ciertos efectos sobre las propiedades del suelo, también afecta a la planta. En este sentido son las sustancias húmicas las responsables de estos efectos al promover la actividad rizogénica y la capacidad de absorción de nutrientes, debido a que aumentan la permeabilidad de la membrana celular (Mylanos U.A. and Mc Lants C.B., 1980). Otros autores (Labrador, 1996) afirman que la presencia de adecuadas concentraciones de sustancias húmicas en el suelo favorecen la germinación de la semilla contrarrestando el efecto de algunas toxinas.

3.3.3 Riesgos sobre el suelo y planta

Junto con el efecto negativo anteriormente descrito, sobre el incremento en la conductividad eléctrica y en la concentración de sodio, que la aplicación de compost supone, cabe destacar dos problemas no menos importantes como son el incremento en la concentración de metales pesados y de microcontaminantes orgánicos que pueden afectar negativamente tanto al suelo como a la planta.

3.3.3.1 Contaminación por metales pesados

Son muchos los metales pesados que pueden estar presentes en el compost y vermicompost procedente de residuos sólidos urbanos. El compost procedente de la fracción sólida de residuos ganaderos es muy raro que presente contaminación por metales pesados. Dentro de ellos se pueden considerar algunos como Zn, Cu, Mo, Fe o Mn los cuales ya se indicó con anterioridad son beneficiosos al ser micronutrientes esenciales para la planta. Junto con estos pueden aparecer otros como Ni, Pb, Hg, Cd, Cr o Co los cuales son altamente tóxicos tanto para la planta como para la microbiota presente en el suelo. Atendiendo a esto altas dosis de estas enmiendas orgánicas podrían tener consecuencias indeseables sobre la fertilidad del suelo y la planta (fitotoxicidad).

Algunos metales como Cd, Cu, Ni, Pb y Zn pueden ser acumulados por la planta, por lo que pasarían a la cadena trófica, afectando a eslabones superiores. De todos ellos, el Cd puede presentar mayores problemas, ya que puede acumularse en

concentraciones tóxicas, para animales superiores, sin mostrar síntomas de fitotoxicidad (Felipo, 1995).

Los aportes de estos elementos a las capas superficiales del suelo producen una contaminación del mismo con graves consecuencias a largo plazo (fenómeno conocido como la bomba del tiempo). Los metales son poco móviles en el suelo, los cuales al ser aportados junto con la materia orgánica quedan inmovilizados en la misma reduciendo su biodisponibilidad para la planta. Tras el cese de los aportes de enmiendas orgánicas y la mineralización de la materia orgánica presente en el suelo, estos elementos quedan liberados y disponibles en el suelo representando un problema medio ambiental importante. Es de considerar también la posible migración de estos elementos en el suelo, la cual aunque lenta puede alcanzar las aguas subterráneas.

Todo esto nos lleva a prestar alta atención a la dosis de compost que se aplica sobre el suelo, para evitar estos problemas. La separación en origen de los residuos sólidos urbanos reduce considerablemente la presencia de metales pesados en el compost obtenido, logrando de este modo enmiendas orgánicas exentas de estos tóxicos y por lo tanto de mayor calidad.

Aunque el compost procedente de residuos ganaderos, como la gallinaza no presenta generalmente este problema de contaminación, el compost obtenido deberá someterse a controles analíticos periódicos que aseguren su calidad.

3.3.3.2 Contaminación por microcontaminantes orgánicos

Sus efectos sobre el suelo y la planta son muy variables, la mayoría de ellos desconocidos, aunque si hay importantes estudios frente a la flora microbiana del suelo la cual se afecta tanto positiva como negativamente.

La concentración de estos compuestos en los residuos utilizados para la obtención de compost varía con el origen de los mismos o su posible mezcla con residuos de origen industrial. Estos compuestos pueden ser más o menos recalcitrantes por lo que su concentración en el compost puede aumentar al reducirse estos en tamaño en el proceso de formación. Hay que destacar sin embargo, que muchos de ellos son degradados gracias a los procesos biológicos desencadenados en el compostaje, proceso que puede continuar en el suelo.

3.3.4 Fertilizantes orgánicos frente a fertilizantes inorgánicos

Algunas propiedades específicas de los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes inorgánicos aconsejan, sobre la base de buscar el mayor rendimiento de cosecha, el empleo simultáneo de las dos clases de abonos.

Con todas las ventajas ya vistas de los abonos orgánicos, se debe tener en cuenta que este tipo de abono tiene menor concentración de sustancias nutritivas que los inorgánicos. Es decir, con el empleo en solitario de un compost resulta más difícil satisfacer las necesidades de las plantas en elementos nutritivos, en particular, en el primer período de vegetación y en el periodo de máximo consumo de sustancias nutritivas. También se debe tener en cuenta que el abono orgánico es más lento en cuanto a su acción, por lo que no podrá ser aprovechado por las plantas desde el momento de su aplicación al suelo, hecho que sí ocurre con los abonos minerales.

Nunca es recomendable el uso únicamente de abono mineral, debido a que si bien este tendrá una cantidad adecuada de nutrientes, se frenarán todos los procesos estudiados en los que tomaban parte diversos microorganismos (amonificación, nitrificación, etc.) que sí son potenciados con el uso de abonos orgánicos. Además el uso de abono mineral en exceso puede provocar una acidificación del terreno, así como un aumento del aluminio móvil.

La fabricación del abono inorgánico conlleva unos costes de operación, fundamentalmente de consumo de energía, sumamente elevados. Por otra parte, desde el punto de vista legislativo habría que hacer mención a las nuevas directrices marcadas en ámbito europeo acerca del desarrollo sostenible en agricultura (ecología sostenible), en las que se aboga por un uso mayor del abono orgánico debido a su menor implicación en la contaminación de las aguas. Además cada vez es mayor el segmento de la población que apuesta por productos orgánicos, cuya etiqueta sólo es concedida a los productos concebidos a base de enmiendas orgánicas.

	ABONO ORGÁNICO	ABONO MINERAL
Aporte de nutrientes	-	+
Microorganismos	+	-
Velocidad de acción	-	+
Influencia por exceso	+	-
Legislación	+	-
Costes asociados	+	-

Tabla 3.54: Comparativa de abonos orgánicos y abonos minerales

3.4 Bibliografía de los anexos

3.4.1 Artículos de revista científica

Agamuthu, P., Choohg, L.C., Hasan, S., Praven, V.V. Kinetic Evaluation of composting of agricultural Wastes. *Environemntal Technology*, 2000, 21(2), 185-192

Bernal, M.P., López-Real, J.M., Scott, K.M. Application of natural Zeolites for the reduction of ammonia emissions during the composting of organic wastes in a laboratory composting simulator. *Bioresource Technology*, 1993, 43, 35-39

Bono, J.J., Chalaux, N. & Chabbert, B. Bench-Scale Composting of Two Agricultural Wastes. *Bioresource Technology*, 1992, 40, 119-124

Burés, O., Soliva, M. Composting sewage sludge-pine bark. *Acta Horticulturae*, 1983, 150, 545-551

Echeandia, A. Tratamiento aerobio de la gallinaza. Seminario de residuos Ganaderos, Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Fundación La Caixa, 1992, 57-66

Fernandes, L., Zhan, W., Patni, N.K., Jui, P.Y. Temperature distribution and variation in passively aerated static compost piles. *Bioresource Technology*, 1994, 48, 257-263

Fundación La Caixa. Gestión y utilización de residuos urbanos para la agricultura. Ed. AEDOS, Madrid (1995).

González, J.L., Benitez, I.C., Pérez, M.I., Medina, M. Pig slurry compost as Wheat Fertilizers. *Bioresource Tecnology*, 1992, 40, 125-139

Guerra-Rodriguez, E., Vázquez, M., Diaz-Raviña, M. Co-composting of barley wastes and solid poultry manure, *Bioresource Tecnology*, 2000, 75, 223-225

Sala Villaplana, F. Disminución de lixiviación durante el compostaje de RSU por adición de compost maduro. *Tecno Ambiente*, 1992, 18, 41-45

Mantecón Pascual, R. Planta de compostaje de restos de poda y lodos de depuradora en Castelldefels (Barcelona), *TecnoAmbiente*, 1994, 35, 27-37

3.4.2 Libros

Marañón, E., Sastre, H., Castrillón, L., Glez-Prendes, J.M., Pertierra, J. y Berrueta. Generación de residuos de ganado vacuno (purines) en Asturias. Problemática y tratamiento. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo, 1998

Herranz, D., Ibáñez, E. y Sánchez, F. Proceso de compostaje *ENVITAL*". Residuos No. 44, 1998

Nogales, R. y col. Uso agrícola de los compost y vermicompost de basuras urbanas. Residuos, año V, No. 27, 1995

Tejada, M., Dobao, M.M., Benítez, C. y González, J.L. Calidad del compost de residuos sólidos urbanos. Residuos No. 44, 1998

Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S.A. Gestión Integral de RSU, McGraw Hill, Madrid, 1994

4 PLANOS

4.1 Introducción, título y numeración designada

Para el proyecto de la planta de compostaje se han realizado un total de 12 planos:

- Plano de situación y emplazamiento. La numeración del mismo viene designado como el (01/12).
- Plano de cubicación de tierras de la explanada. La numeración del mismo viene designado como el (02/12).
- Plano de distribución general de la planta de tratamiento de compost. . La numeración del mismo viene designado como el (03/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de almacenamiento. La numeración del mismo viene designado como el (04/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de almacenamiento. La numeración del mismo viene designado como el (05/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de maduración. La numeración del mismo viene designado como el (06/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de maduración. La numeración del mismo viene designado como el (07/12).
- Plano perspectiva estructural tipo y detalles constructivos nave de mezcla. La numeración del mismo viene designado como el (08/12).
- Plano distribución, cimentación tipo y detalles constructivos nave de mezcla. La numeración del mismo viene designado como el (09/12).
- Plano detalles constructivos biofiltro. La numeración del mismo viene designado como el (10/12).
- Plano detalles constructivo para tratamiento de gases y lixiviados. La numeración del mismo viene designado como el (11/12).
- Plano detalles constructivos túneles de fermentación. La numeración del mismo viene designado como el (12/12).

A continuación se muestran los planos realizados y supervisados, citados anteriormente para el diseño básico de la planta de tratamiento de compostaje.

5 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.1 Introducción

En este documento se entenderá por:

- Comprador: Al cliente que contrata el equipo.
- Proveedor: A la entidad a la que se transfiere el pedido.
- Material: A los materiales, equipos, artículos o servicios a suministrar bajo pedido.
- Pedido: Construcción a fabricar.

5.2 Normas generales de aplicación

El proveedor queda obligado a cumplir todo cuanto se especifica en este pliego, la Ley de Contratos del Estado del 8 Abril de 1965, así como su modificación parcial por la Ley 5/1973 del 17 de Marzo, el Reglamento General de Contratación del Estado aprobado por el Decreto 3415/1975 del 25 de Noviembre, el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales del 31-XII-70, el de Condiciones Particulares y Económicas que se redacta para la Licitación y cuantas disposiciones vigentes, o que en lo sucesivo lo sean y tengan relación con la legislación laboral y social, con la protección a la Industria Nacional, y con cualquier aspecto relacionado con la actividad de Construcción que se realice para ejecutar este proyecto.

En caso de discrepancia entre alguna de las disposiciones, prevalecerá la de mayor rango legal.

En todo lo no recogido en este Pliego, se cumplirá lo dispuesto en:

- NBE-MV 103- 1972 para cálculo de las estructuras de acero laminado en Edificación.
- MV 104
- ASME IX, en lo que se refiere a la soldadura.
- La instrucción EH-91 para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado.

Además, en previsión de accidentes personales durante la ejecución de las obras, el suministrador estará obligado a cumplir rigurosamente la Ley 54/2003, de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales y las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el trabajo que no fuesen derogadas por la anterior ley.

5.3 Adjudicación de la obra

5.3.1 *Presentación de la obra a concurso*

El comprador invitará, mediante comunicación oral o escrita, a participar en el concurso de adjudicación de las obras a aquellas empresas cuya solvencia técnica y económica les acredite para la ejecución de los trabajos descritos en el presente proyecto.

El comprador suministrará a todas aquellas empresas que desean participar en el concurso de adjudicación de las obras la siguiente documentación:

- Descripción detallada de todas las obras a realizar para la ejecución completa del proyecto.
- El presente Pliego de Condiciones, donde se establecen, además de las condiciones generales, las especificaciones de los materiales y de la ejecución de la obra, así como de las condiciones económicas administrativas.
- Conjunto de planos necesarios para una correcta definición del producto.
- Estudio orientativo de costes de la obra realizado por el comprador.

5.3.2 *Presentación de las ofertas*

5.3.2.1 *Bases de la oferta*

La oferta se basará en la documentación presentada por el comprador. El proveedor, sin embargo, será responsable de la propia interpretación que haga de los datos.

El proveedor, con anterioridad de la presentación de la oferta, inspeccionará y examinará la obra y sus alrededores, comprobando en particular la estructura y naturaleza del emplazamiento, inclusive las condiciones del subsuelo, las condiciones hidrológicas y climáticas, la extensión y naturaleza del trabajo y los materiales necesarios para llevar a cabo las obras así como los medios de acceso a la obra y las posibilidades de alojamiento.

En general, se considerará que el proveedor ha obtenido toda la información necesaria de acuerdo a lo antedicho referente a riesgos, contingencias y aquellas circunstancias que puedan influir o afectar a su oferta.

El proveedor, antes de entregar su oferta, deberá cerciorarse de la idoneidad y suficiencia de su oferta, en cuanto a la obra y en cuanto a las cotizaciones y precios indicados en la lista de prestaciones, y la relación de cantidades resultando que las cotizaciones y precios de la oferta, excepto en la medida en que el contrato estipule otra cosa, cubren todas sus obligaciones del contrato, y todos los asuntos y objetos necesarios para la debida ejecución y mantenimiento de la obra.

No obstante, si en el curso de la ejecución de las obras, el proveedor se encontrara con condiciones físicas que no sean las de tipo climático o con obstrucciones artificiales, las cuales en su opinión no podrían haber sido previstas razonablemente por un proveedor experimentado, este deberá informar al comprador inmediatamente y por escrito.

Una vez que el ofertante ha estudiado la documentación del concurso y analizado los puntos anteriormente expuestos, preparará su oferta, estando ésta libre de gastos y compromisos para el comprador.

La oferta ha de cumplir con todas las condiciones, exigencias, especificaciones y demás requisitos expresados en la documentación presentada para el concurso.

En caso de no cumplirse las condiciones del concurso o de producirse divergencias frente a las mismas, se ha de manifestar expresamente, y dado el caso, se ha de fundamentar la divergencia.

Las proposiciones alternativas en cuanto a determinadas soluciones de problemas, están en principio permitidas, siempre que se mantengan en el marco del concepto general, sin ponerlo en duda.

Las proposiciones alternativas deben ser fundamentales y estar suficientemente descritas desde el punto de vista técnico.

Debe existir un estudio y justificación de los medios y procedimientos propuestos, desde los puntos de vista técnico, económico, social y de seguridad. Deben incluirse los datos y cálculos básicos que sirvan para la justificación de precios por unidad, así como los costes totales.

La oferta debe contener un estudio sobre el desarrollo de los trabajos de construcción, así como las etapas y fechas previstas para su ejecución.

5.3.2.2 Lugar, plazo y validez de la presentación de la oferta

El plazo de entrega de la oferta figurará en un escrito acompañando el envío de la documentación para el concurso.

La entrega de la oferta se realizará en horario de oficina (entre las 8 y las 15 horas) en el domicilio social de la empresa contratante.

Con la entrega de la oferta al comprador, el ofertante se compromete a un periodo de validez de seis meses, a contar desde la fecha de entrega de la misma.

5.3.3 Estudio de las ofertas y adjudicación de las obras

Durante el plazo de estudio de las ofertas el cliente podrá requerir a los ofertantes las aclaraciones e informaciones que considere convenientes.

Para la evaluación de propuestas, el cliente considerará lo siguiente:

- Calidades y garantías técnicas y económicas.

- Costes totales.
- Fórmulas de financiación y condiciones de pago que mejoran las condiciones de concurso para el cliente.

Una vez estudiadas las diferentes ofertas, se procederá a adjudicar la obra. Esta decisión se comunicará al ofertante seleccionado y al resto de concursantes.

El adjudicatario dispondrá de un plazo de 10 días hábiles, siguientes a la comunicación, para concurrir a la formulación del contrato.

Si el adjudicatario no concurrese a formalizar el contrato en el plazo indicado, la adjudicación quedará en pleno derecho sin efecto.

5.3.4 Firma del contrato

Después de la adjudicación, se realizará la regulación contractual, mediante la firma por ambas partes del correspondiente contrato.

El contrato recogerá los siguientes apartados:

- La adjudicación por parte del cliente al contratista de la ejecución de las obras.
- El compromiso por parte del contratista de llevar a cabo la obra aportando los equipos, materiales y personales señalados en este Pliego de Condiciones.
- Tipo de obra y su ubicación.
- Plazos de ejecuciones parciales y totales.
- Aceptación por ambas partes de la relación precios de adjudicación y de las descomposiciones de dichos precios.
- En su caso el material que el contratista se compromete a aportar.

5.3.5 Rescisión del contrato

La Propiedad tiene el derecho o facultad de rescindir el contrato en los supuestos siguientes:

- a) Lentitud de los trabajos. Cuando las obras ejecutadas se hagan con un retraso apreciable respecto a las condiciones iniciales y las causas de ello no sean ajenas al constructor (climatología, huelgas, etc.).
- b) Defectos de construcción. Cuando sea frecuente la aparición de errores o defectos en la construcción de la obra, o en la instalación de equipos.
- c) Incumplimiento de la legislación por parte del contratista. Si el contratista no ajusta sus actuaciones a las disposiciones de la Legislación Laboral, Seguros Sociales y Normas de Seguridad.
- d) Si el contratista no utiliza a juicio de la Propiedad el personal, equipo y materiales adecuados para la correcta realización de la obra.
- e) Por quiebra del contratista o disolución de la empresa que realiza los trabajos.

- f) En cualquier otro supuesto, en que fuese procedente de acuerdo a las leyes.

Cuando se llega al extremo de rescisión del contrato, y una vez conocido por el contratista, éste tendrá un período de 15 días a contar desde la fecha de notificación para realizar el oportuno pliego de descargos.

Con todo ello, si la decisión de rescisión no fuese modificada, el único trámite que se llevaría a cabo para quedar cumplida, es la notificación por escrito al contratista.

La continuación de las obras, podrá ser llevada a cabo por otro contratista, según la decisión de la propiedad.

Previamente se ha de levantar un acta notarial del estado de las obras, maquinaria y materiales existentes en el lugar.

La fianza que hasta ese momento estuviera depositada pasa íntegramente a la Propiedad, perdiendo todo derecho sobre ella el contratista.

Paralelamente a todo esto, se pueden iniciar las acciones legales por parte de la Propiedad para reclamar aquellos daños y perjuicios cuyo valor no sea cubierto por el importe de la fianza.

5.3.6 Suspensión de la obra

La Propiedad puede en todo momento que considere oportuno, aplazar o suspender total o parcialmente la iniciación o desarrollo de las obras. En este supuesto el contratista debe acatar dicha resolución, teniendo derecho al valor de la obra realizada y los gastos ocasionados de instalación.

Se reconoce al contratista la posibilidad de rescindir el contrato en el caso de suspensión definitiva o temporal, por espacio superior a dos meses.

5.4 Descripción de las obras

Las obras comprendidas en el presente proyecto están suficientemente definidas en el documento Memoria y en el documento Planos y Presupuesto, por lo que se evita en este documento la reiteración de la descripción de dichas obras, considerando suplida la misma en los documentos citados.

5.4.1 Clases, formas y dimensiones

Las clases, formas y dimensiones de las distintas partes de las obras son las que se detallan en los Planos, Pliego, Presupuestos y demás documentos del Proyecto.

Todas aquellas obras cuya clase, forma y dimensiones no estuvieran suficientemente detalladas en el Proyecto, se construirán en arreglo a las instrucciones y planos que sean facilitados por el Ingeniero Director de las obras durante la construcción, quedando sujetas a las mismas condiciones que las demás.

5.5 Permisos y licencias

El proveedor deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con la excepción de las correspondientes a las expropiaciones de las zonas afectadas, y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos.

De igual modo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal o definitiva de terrenos para instalaciones, explotación de canteras o vertederos de productos sobrantes, obtención de materiales, etc.

5.6 Medidas de seguridad y protección

El proveedor redactará y presentará al comprador un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, que abarcará no solo las normas a adoptar para respetar la normativa sobre higiene y seguridad en el trabajo, sino también las de tráfico que pudieran ser afectadas por las obras.

Mientras dure la ejecución de las obras, se colocarán en todos los puntos donde sea necesario, y a fin de mantener la debida seguridad vial, las señales y el balizamiento preceptivos, de acuerdo con O.M. del MOPU del 14 de Marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. 67/60 de la Dirección General de Carreteras.

La permanencia y eficacia de estas señales deberá estar garantizadas por los vigilantes que fueran necesarios; tanto las señales como los salarios de estos últimos, serán de cuenta del proveedor, teniendo este derecho al abono de la correspondiente partida alzada, si está previsto en el presupuesto.

Siempre que se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, se dispondrán a todo lo largo de la zanja, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, a ambos lados si se retiran, vallas que se iluminarán cada 15 metros con luz roja.

La iluminación portátil será de material antideflagrante. Se dispondrá en obras los medios de bombeo para achicar rápidamente cualquier inundación que pueda producirse. La responsabilidad de los accidentes ocurridos por la inobservancia de lo exigido será por entero del proveedor, quien deberá, además, reparar a su cargo los daños locales en las unidades de obra ejecutadas.

Observará, además, el proveedor, cuantas disposiciones le sean dictadas por el comprador, encaminadas a garantizar la seguridad de los obreros, sin que por ello sea revelado de las responsabilidades que pueda contraer como patrono; y así mismo, acatará todas las disposiciones que dicte el facultativo de la propiedad con objeto de asegurar la buena marcha del trabajo.

Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de todos los reales decretos que emanan de esta ley así como las ordenanzas que no hayan sido derogadas.

5.7 Disposiciones para el empleo de personal

Será de aplicación el Derecho Laboral Español vigente. El contratista está obligado a conocer y cumplir bajo su propia responsabilidad la legislación citada, en lo que sea necesario para la ejecución de los trabajos contenidos en su oferta.

El promotor o comprador designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, siempre que en esta intervenga más de una empresa, o una empresa y varios trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

El contratista asume exclusivamente la responsabilidad por el cumplimiento de las disposiciones legales españolas del Derecho Laboral y de Seguridad.

El empleo de todo el personal será a cargo del contratista.

El contratista debe nombrar a un Director Facultativo (Director Técnico de Obra); él en su nombre asumirá plena responsabilidad por todos los trabajos y su mantenimiento.

El horario de trabajo del personal deberá regirse según las estipulaciones legales españolas, incluyendo el Estatuto de los Trabajadores.

El contratista deberá suscribir una póliza que cubra suficientemente la contingencia de accidentes respecto del personal que contrate, siendo de su cuenta el pago de las primas correspondientes.

5.8 Control de materiales

5.8.1 Suministro de materiales

Si el contratista propone yacimientos o procedencias distintas a las estudiadas en el Proyecto se notificará al Ingeniero Director de las obras para su aprobación, con suficiente antelación, aportando las muestras y los datos necesarios para demostrar la posibilidad de su aceptación tanto en lo que se refiere a su calidad, cantidad y características de la instalación de obtención y manipulación de aquellos.

Los materiales obtenidos de las procedencias autorizadas se abonarán a los precios que, para ellos, se hallan fijado en el contrato.

En todo caso, serán de cuenta del contratista todos los gastos correspondientes a la obtención de los derechos de explotación o suministro, y los motivados por la aprobación de estos suministros y sus yacimientos o procedencias.

5.8.2 Almacenamiento y acopio de materiales

Queda prohibido efectuar acopios de materiales cualquiera que sea su naturaleza, sobre la carretera y en aquellas zonas marginales que defina el Ingeniero Director de las obras.

Los materiales se almacenarán en forma tal que asegure la preservación de su calidad y consiguiente aceptación para su utilización en la obra, requisitos que deberán ser comprobados en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas como zonas de acopios deberán reacondicionarse una vez terminada la utilización de los materiales acumuladas en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original.

Todos los gastos requeridos serán de cuenta del contratista.

Los métodos o instalaciones para efectuar las mediaciones requeridas en el Proyecto, cuya utilización deba ir precedida de la correspondiente aprobación del Ingeniero Director de las obras, serán sustituidos por el contratista en los puntos que señale el citado ingeniero.

Los materiales que deban abonarse por unidades de volumen o de peso, podrán ser medidos, si así lo estima el Ingeniero Director de las obras, sobre vehículos adecuados y en los puntos que hayan de utilizarse. Dichos vehículos deberán ser previamente aceptados por el citado Ingeniero Director, y a medida que todos ellos tengan una capacidad uniforme, cada vehículo autorizado llevará una marca claramente legible, que indique su capacidad en las condiciones que se hayan considerado para su aprobación.

Cuando se autorice la conversión de peso a volumen, o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el Ingeniero Director de la obra, quien por escrito justificará al contratista los valores adoptados.

5.9 Ensayos y pruebas

Los ensayos de materiales y la calidad de ejecución de las obras se realizarán de acuerdo con las Normas de Ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, y si alguno de los ensayos previstos no estuviera aún normalizados por dicho organismo, se realizaran conforme a las normas A.S.T.M. (American Society for Testing Materials).

Antes de la recepción provisional y una vez totalmente terminados los trabajos, se llevarán a cabo las correspondientes pruebas de los elementos de la obra, con objeto de comprobar su correcta adecuación al fin que se destinen.

Si las pruebas dieran resultado negativo, el contratista deberá hacer los elementos o partes inadecuados en el plazo que fije el Ingeniero Director de las obras debiendo

realizarse nuevas pruebas a su costa y la reposición de los elementos necesarios hasta la obtención del resultado positivo de las pruebas.

5.10 Responsabilidad del contratista en la ejecución de las obras

El contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios directo o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público o privado como consecuencia de los actos, o misiones o negligencias del personal a su cargo o una deficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata. Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptada. De igual modo, el contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de la misma y colocarlos bajo custodia.

El contratista deberá notificar por escrito al Ingeniero el posible retraso o interrupción de las obras, a no ser que una orden, instrucción o aprobación adicional de parte del ingeniero sea dictaminada o entregada dentro de un plazo adecuado.

La notificación incluirá detalles sobre la orden requerida, la causa y el plazo en el que se requiere el trabajo, y que retraso o interrupción se producirá en cada caso.

5.11 Gastos de carácter general del contratista

Aparte de los gastos que se deriven de las obligaciones generales del contratista y los que se señalen en el presente Pliego de Condiciones, son también de su incumbencia los que seguidamente se relacionan:

- Gastos que origine el replanteo general de las obras, su comprobación, los replanteos parciales de las mismas y su liquidación.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósito de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para almacenamiento de carburantes.
- Gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Gastos de construcción y conservación durante el plazo de su utilización de rampas provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados, los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos

necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras, así como, la adquisición de dichas aguas y energía.

- Gastos de demolición de las instalaciones provisionales, los de retira de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas o puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del contratista los gastos originados por la liquidación, y las actas notariales que sean necesarias levantar, así como, la retirada de los medios auxiliares que no utilice la empresa o que le devuelva después de utilizarlos.

5.12 Subcontratos

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin autorización previa del comprador.

Las solicitudes para poder ceder cualquier parte del contrato se deberán formular por escrito, con suficiente antelación, apartando los datos necesarios sobre este subcontrato, así como sobre el subcontratista propuesto y sobre la organización que ha de realizarse.

5.13 Conservación del medio ambiente

El proveedor prestará atención al efecto que pueden tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución de los trabajos, sobre la estética del medio en que se desarrollan las obras.

En tal sentido, cuidará que los elementos que puedan ser dañados durante las obras sean debidamente protegidos para evitar posibles destrozos que, de producirse, serían subsanados a su costa.

Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberá, ser previamente autorizado por el comprador.

Estará obligado a colocar los filtros, capas de decantación y elementos de depuración necesarios para mantener los índices de polución por debajo de los límites máximos autorizados por la legislación vigente.

5.14 Conservación de las obras durante la ejecución

El contratista o proveedor quedará comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que integran el proyecto.

Del mismo modo, queda obligado a la conservación de las obras durante un plazo de 18 meses, contando a partir de la fecha de recepción provisional, debiendo reparar o

sustituir a su costa, cualquier parte de ellas que haya experimentado desplazamiento o sufrido deterioro por cualquier causa que no pueda ser considerada como inevitable.

5.15 Obras auxiliares

Se entiende y así se hace constar, que el contratista adjudicatario ha estudiado perfectamente el Proyecto, que ha examinado el terreno con todos sus accidentes y que conoce, perfectamente, todas las dificultades a vencer en la ejecución de la obra.

Por tanto, todas las obras auxiliares que sean preciso ejecutar para la buena y ordenada ejecución del Proyecto, que no hayan sido específicamente tratadas, o cuyo abono no se prevea en el presupuesto serán a cargo del contratista, debiendo entenderse que los precios unitarios de este Proyecto llevan incluidas las partes proporcionales que tales obras auxiliares supongan.

El contratista deberá tener en cuenta esta cuestión en el acto de licitación.

No tendrá validez ninguna reclamación apoyada en artículos del Pliego de Condiciones, que signifique una contradicción con lo expresado en este subapartado.

5.16 Limpieza final de las obras

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra deberán ser removidos.

Todo ello se ejecutará de forma, que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas aceptables.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

5.17 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de 12 meses, contando a partir de la recepción provisional de las obras.

5.18 Inspección y vigilancia de las obras

El Ingeniero Director de las obras correrá con la inspección y vigilancia de las obras, y por consiguiente, resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a los siguientes aspectos:

- La calidad de los materiales empleados.
- Ejecución de las distintas unidades de obra contrastadas.
- Interpretación de los planos y de las especificaciones.

Y en general de todos los problemas que se plantean durante la ejecución de los trabajos encomendados, siempre que estén dentro de las atribuciones que le conceda la legislación vigente sobre el particular.

5.19 Condiciones legales

5.19.1 Jurisdicción

Para todas aquellas cuestiones, litigios o diferencias que puedan surgir durante la ejecución de la obra, las partes se someterán al juicio amigable del tribunal constituido por miembros nombrados a partes iguales y presidido por el Director Facultativo de la obra. En último término se recurrirá a los Tribunales de Justicia correspondientes según el emplazamiento de la obra.

5.20 Facultades de la dirección de la obra

El Director Facultativo de la obra tendrá, además de las facultades reconocidas de forma general, el deber de velar por el buen desarrollo de la ejecución, tanto en lo que se refiere a soluciones técnicas como a condiciones de la obra. En último caso y de forma justificada podrá recusar al Contratista por considerar incapacidad manifiesta en la ejecución.

5.21 Contrato de ejecución

En el contrato de ejecución de la obra se deben reflejar los siguientes puntos:

- Adjudicación por parte de la Propiedad al Contratista de la realización material de las obras.
- Compromiso por parte del Contratista de ejecutar la obra conforme a lo indicado en el presente Pliego de Condiciones o a las indicaciones del Director Facultativo de la obra.
- Tipo de obra y ubicación.
- Plazos parciales y total de ejecución.
- Relación de precios de adjudicación de forma descompuesta.
- Material auxiliar que debe aportar el Contratista para el desarrollo de la obra.
- Se debe incluir el presente Pliego de Condiciones como parte del contrato, así como la oferta realizada por el Contratista.

5.22 Documentos para el contratista

La Propiedad entregará al Contratista, tras la firma del contrato de ejecución, los siguientes documentos:

- Planos.

- Pliego de condiciones.
- Presupuestos parciales.
- Cuadro de precios unitarios.
- Cuadro de precios descompuestos.
- Presupuesto total.

Asimismo, se podrá hacer entrega de la memoria del Proyecto, aún cuando no constituye un documento vinculante, aunque sí informativo.

5.23 Modificaciones de la obra

Antes o durante la ejecución de la obra la Propiedad, de acuerdo con el Director Facultativo de obra, podrá introducir al Proyecto las modificaciones que se estimen oportunas, pudiendo derivar en la supresión de parte de la obra, sin que ello sea motivo de reclamación por parte del Contratista. Las variaciones introducidas pueden producir modificaciones en los plazos de ejecución en la medida que considere oportuna el Director Facultativo. Aquellas modificaciones que afecten al tamaño de la obra o a su trazado, habiendo sido estos aprobados por el Ayuntamiento del término municipal, deberán someterse a una nueva aprobación antes de proceder a su ejecución, punto que será verificado por el Contratista.

5.24 Otras contingencias

En caso de quiebra o muerte del Contratista, se pueden llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Continuación de los trabajos por los herederos del Contratista, en las mismas condiciones que se reflejaban en el contrato.
- Traspaso de la ejecución de la obra a otro constructor, con el consentimiento de la Propiedad. El nuevo Contratista asume todos los derechos y obligaciones que aparezcan estipulados en el contrato firmado por el anterior Contratista.
- La Propiedad asume la obra, abonando al Contratista la parte de los trabajos ya realizados y cuyo importe no había sido satisfecho.

5.25 Accidentes y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes obligan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causar en las operaciones de ejecución de las obras.

5.26 Especificación de materiales y equipos

5.26.1 Báscula puente y control de pesaje

El sistema deberá constar de los siguientes conjuntos:

- Dispositivo receptor de carga.
- Dispositivo transmisor de carga.
- Células de carga.
- Caja sumadora.
- Terminal electrónico con salidas RS.232C.
- Poste con lector de tarjetas, visualizador de peso y visualizador alfanumérico para mensajes.
- Lector grabador de tarjetas microchip.
- PC compatible IBM con pantalla de 21", teclado, disco duro de mínimo 100 GB y grabadora-lectora CD-DVD.
- Impresora laser.
- Interfases y conexiones.
- Programa de gestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.1.1 Dispositivo receptor de carga

El puente estará constituido por tres módulos independientes, que configuran la longitud total de la báscula. La construcción de los módulos es totalmente metálica a base de perfiles laminados y chapas de acero que conforman el piso de rodadura de los

vehículos. Los módulos son compactos y se entregarán totalmente contruidos para su montaje sobre las células de carga.

5.26.1.2 Dispositivo transmisor de carga

Está compuesto por seis grupos de célula de carga, cada cual constituido por:

- Una placa de anclaje que fija el sistema a la obra civil.
- Una placa base que fija la célula de carga a la placa de anclaje.
- Un soporte a bolas. A través de un mecanismo de rótulas y bolas, transmite el esfuerzo a la célula de carga, produciendo un efecto autocentrante y evitando las cargas laterales y transversales sobre las células de carga.

5.26.1.3 Células de carga

La báscula constará de 6 células de carga repartidas en el contorno de la plataforma, encargadas de transformar los esfuerzos mecánicos originados por la carga depositada en la plataforma, a una señal eléctrica de bajo voltaje, que será llevada al terminal electrónico.

5.26.1.4 Caja sumadora condensadora

Es el punto de unión de las ocho células de carga y su misión es compensar las distintas sensibilidades de las mismas. La salida de la caja sumadora va conectada ya al terminal electrónico de pesaje.

5.26.1.5 Indicador electrónico

Constará de los siguientes elementos

- Seis dígitos numéricos de 20 mm. de alta luminosidad.
- Pulsador de auto-tara.
- Pulsador de bloqueo de tara.
- Cinco diodos led rojos, indicadores de: centro cero, peso dentro de la zona mínima, peso estable, existencia de tara y tara bloqueada.
- 3.000 divisiones externas.
- 9.000 divisiones internas.
- Microprocesador 78CP 18 (NEC).
- Programación de los parámetros de calibrado mediante tres pulsadores internos.
- Salida RS.232C para conexión a ordenador.
- Rango de temperatura de 0 °C a 40 °C.
- Tensión de funcionamiento: 220Vac + 10%, - 15%, 50 Hz.

5.26.1.6 Poste indicador a pie de báscula

Fabricados en chapa de acero de 4 mm. y diseñados para su ubicación a la intemperie, con visera protectora (protección 1P-63/IP65) y dispuestos a una altura accesible al conductor del vehículo, pintado de color amarillo tráfico y protección anticorrosiva.

Estará compuesto de:

- Un visor de peso de seis dígitos de 13 mm de altura y gran luminosidad.
- Un visor alfanumérico de 16 caracteres, de altura 10 mm y visor tecnología FIP para la emisión de los mensajes.
- Una placa electrónica CPU controladora del proceso

5.26.1.7 Lector grabador de tarjetas microchip

Conectado al ordenador vía RS.232 mediante el cual se procede a introducir los datos en la memoria de la tarjeta y situado al lado del PC de la caseta de recepción.

5.26.1.8 Computadora

La computadora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Intel® Pentium® 4 515 2,93 GHz
- Memoria 512 MB DDR y Disco Duro 160 GB
- Grabadora y Lector DVD Doble Capa
- T. Gráfica ATI X300 PCI Express 128 MB
- USB 2.0 y FireWire
- Teclado ergonómico y Ratón óptico
- Lector Multitarjetas
- Windows XP Home

Asimismo incluirá pantalla TFT de 17 pulgadas o similar.

5.26.1.9 Impresora

La impresora deberá satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- Resolución 4800 x 1200 ppp
- Velocidad 23 ppm negro y 18 color
- Escáner resolución 4800 x 1200 ppp
- Profundidad de color 48 bits
- Lector de tarjetas
- Pictbridge "impresión directa"
- Impresión doble cara manual

5.26.1.10 Programa de gestión

Un programa de gestión será habilitado como software del computador personal, para el control de las entradas y salidas a la planta, elaboración de albaranes y facturación. La compra del programa contará con el permiso de licencia de derechos de autor en regla.

5.26.1.11 Resumen de requisitos del equipo de pesaje

El resumen de requisitos que debe satisfacer el equipo de pesaje de la Planta de Compostaje son los recogidos en la siguiente tabla:

Tipo	Cantidad / Concepto
Carga máxima	60 toneladas
Dimensiones	Para vehículos de gran tonelaje
Material de la plataforma de pesaje	Metálico anticorrosión
Sistema de pesada	Electrónico
Número de células de carga	6 unidades
Tipos de acceso a las células de carga	Tapa de registro
Impresión de albaranes o recibos	Si
Control externo mediante computadora	Si
Duración del proceso de pesaje	Menor de 45 segundos

Tabla 5.55. Resumen de requisitos mínimo exigidos al equipo de pesaje

El equipo de pesaje deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

5.26.2 Trituradora

Los Residuos Vegetales de carácter leñoso, por sus dimensiones, han de ser sometidos a una operación previa de trituración-desfibrado, acondicionando este tipo de residuos para facilitar su fermentación. Una máquina trituradora es la encargada de ejecutar este proceso, la cual debe satisfacer el cumplimiento de los requisitos mínimos:

Características	Valores
Abertura de entrada	Entre 800 y 900 mm
Longitud de entrada libre	Entre 3500 y 4000 mm
Entrada superior	Transportadora de placas
Entrada inferior	Transportadora de placas
Accionamiento del rotor	Embrague hidráulico
Combustible de alimentación	Gasóleo

Capacidad del depósito	Entre 200 y 300 litros
Dispositivo automatico de sobrecarga	Si
Granulometría de material	Si
Tolva de recepción	mayor de 5 m ³
Apoyo regulable máquina	Si
Control entrada anti-atascos	Si
Rendimiento de entrada	125-175 m ³ /h
Rendimiento de salida	70-100 m ³ /h
Nivel sonoro	Menor de 100 db

Tabla 5.56: Requisitos mínimos exigidos a la máquina trituradora.

La pala máquina trituradora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión. Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.3 Máquina mezcladora

Para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje, es necesario la utilización de un homogeneizador o máquina de mezcla. Con esta máquina, se podrá realizar la homogeneización y mezcla de residuos orgánicos o lodos de depuradora con fracción vegetal, paja, virutas de sierra, etc., así como la mezcla de lodos de depuradora y rechazos para un compostaje optimizado. Los requisitos mínimos que debe satisfacer el equipo de mezcla son los que se exponen a continuación:

Tipo	Cantidad / Concepto

Accionamiento	2 electromotores de 75 KW
Rendimiento	Hasta 55 m ³ /h
Capacidad del depósito	Mayor de 15 m ³
Unidad de mezcla	4 vis-sin-fines
Accionamiento unidad de mezcla	Embrague hidráulico
	Tolva ajustable fija
Dimensiones-Diseño de referencia	Longitud total: 6,740 mm
	Ancho total: 2.200 mm
	Altura total: 3.265 mm
	Altura de carga: 2.720 mm
Dimensiones-Funcionamiento	Ancho de carga: 4.000 mm
	Profundidad de carga: 2.710 mm

Tabla 5.57: Requisitos mínimos exigidos a la máquina de mezcla

La máquina mezcladora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.4 Túneles de fermentación

5.26.4.1 Especificaciones técnicas

Los túneles de fermentación de hormigón, constituyen el equipamiento clave de esta Planta de Compostaje, permitiendo reducir enormemente los tiempos de fermentación en relación a otros sistemas de compostaje. Gracias a la automatización de estos túneles de fermentación se consigue un control absoluto de todos los parámetros que influyen en la fermentación, amén de proporcionar una trazabilidad completa del producto final obtenido. A continuación se exponen los requisitos a cumplir por los túneles de fermentación a construir en la Planta de Compostaje.

Las especificaciones básicas de diseño son las que se recogen en la siguiente tabla.

Especificaciones de diseño	Valores

Altura normal de llenado	3 m
Tamaño de los túneles	20 m x 5 m x 3 m
Número de túneles	5
Carga máxima	1,55 tn/m ²
Capacidad de llenado por túnel	114 tn
Volumen de cada túnel	300 m ³
Duración del período de proceso	2 semanas

Tabla 5.58: Especificaciones de diseño túneles de fermentación

Las especificaciones técnicas referentes al grupo de ventilación de cada túnel se exponen a continuación:

Especificaciones de diseño tipo	Valores

1 x Ventilador radial	
Caudal	7500 m ³ /h
Potencia	22 KW
Tipo de conducción	Directa
Material	SS
1 x Válvula de aire fresco	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de recirculación de aire	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula de seguridad	
Dimensiones	500 x 500 mm
Control	Servomotor
1 x Válvula-conducto extracción	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Válvula-conducto aspiración	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	1,5 m
1 x Conducto de recirculación de aire	
Material	AlMg3
Dimensiones	500 x 500 mm
Longitud	3 m

Tabla 5.59: Grupo de ventilación de cada túnel

A continuación se exponen las especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases:

Especificaciones de diseño tipo	Valores
Ventilador de extracción	
Tubos de conducción	AlMg3
Ventilación	0-20,000m ³ /h
Potencia	30 KW
Diferencia de presión	3,000 Pa
Número	Dos unidades
Material	SS
Especificaciones del humidificador	
Posición	Horizontal
Tamaño	2500 x 3000 x 4000
Caudal de agua	30 m ³ /h
Humidificación del aire	98%
Número	Una unidad
Scrubber	
Material	PP
Capacidad	0-20,000 m ³ /h
Tamaño	Diámetro 1750 mm
Altura	6,5 m
Reducción acidez	96% H ₂ SO ₄
Bomba	40 m ³ /h
Motor	7,5 KW
Eficiencia	90-95%

Tabla 5.60: Especificaciones técnicas del grupo de extracción de gases

Las especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados son las siguientes:

Concepto	Tipo / Valor

Material	PVC
Longitud	125 m
Tamaño	DN 50

Tabla 5.61: Especificaciones técnicas del sistema de recogida de lixiviados

Las especificaciones técnicas del filtro son las siguientes:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de aspiración	10 m ³ /h
Motor	1,5 KW
Filtro-colador	Forma en arco: 12-24 m ³ /h
Tamaño de filtrado	0,75 mm
Cañería	PVC, DN 16 mm
Material del filtro	S.S

Tabla 5.62: Especificaciones técnicas del filtro

Las especificaciones técnicas del sistema de recirculación son las que se exponen en la siguiente tabla:

Concepto	Tipo / Valor
Bomba de recirculación	40 m ³ /h
Potencia	11KW
Número	1
Válvulas bidireccionales	6 unidades
Conexión	1,5"
Cañería interna túnel	PP
Control	Neumático

Tabla 5.63: Especificaciones técnicas del sistema de recirculación de lixiviados.

Una computadora central controla el proceso de compostaje. La temperatura de la materia fermentada es conocida en todo momento gracias a tres sensores o sondas, las cuales se introducirán en los túneles de fermentación a través de unos taladros situados en el techo de los túneles.

Los siguientes parámetros son medidos:

- Temperatura del material.
- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del aire de salida.
- Tanto por ciento de oxígeno.
- Volumen de aire de entrada.
- Presión de la materia fermentada.

Los siguientes parámetros son controlados:

- Ventilación de la materia.
- Volumen del aire de entrada.
- Volumen de aire recirculado.
- Válvulas de control de suministro y recogida de lixiviados.
- Nivel del tanque de recogida de lixiviados.
- Cantidad de lixiviados utilizados en la recirculación.

Los túneles de fermentación deben construirse respetando las disposiciones de este pliego así como las indicaciones documentadas en los Planos de este Proyecto.

5.26.4.2 Apoyo logístico e inspección de montaje

Se considerará un apoyo logístico el cual se contemplará como tres visitas de una persona cualificada para realizar el seguimiento del montaje, asesorando y comprobando en todo momento el desarrollo de los trabajos e instalación, tanto a nivel mecánico como electrónico.

5.26.4.3 Puesta en marcha y seguimiento inicial

Dada la envergadura de dicha instalación, se considerará además de la puesta en marcha un posterior seguimiento de la planta. El tiempo total de esta fase, hasta conseguir un funcionamiento óptimo sin la necesaria asistencia de los técnicos ajenos a la propiedad, se prevé que es de un mes desde iniciarse los trabajos de puesta en marcha. Se dispondrá la asistencia técnica con una persona durante un periodo de un mes.

La descripción más detallada del funcionamiento global y de cada elemento se encuentra en la memoria del proyecto.

5.26.5 Biofiltro

Se proyecta un biofiltro como sistema más acreditado en la depuración de los gases procedentes de la nave de mezcla y los túneles de fermentación.

El biofiltro que será construido con cuerpo de hormigón tendrá unas dimensiones de 16.50 m. de largo por 12 m. de ancho.

Se elige la corteza de pino como material filtrante.

Los siguientes parámetros del biofiltro son medidos:

- Temperatura del aire de entrada.
- Temperatura del filtro.
- Los siguientes parámetros del biofiltro son controlados:
- Temperatura del aire de entrada al biofiltro.
- Volumen de aire que entra al biofiltro.

Con objeto de controlar los parámetros indicados anteriormente se instalarán sondas en la posición indicada en los Planos de este Proyecto.

5.26.6 Trómmel o máquina cribadora

Para conseguir un alto grado de calidad del compost obtenido, el producto estabilizado, procedente del área de maduración, debe ser cribado para eliminar aquellos componentes no fermentados en su totalidad y la fracción de producto con granulometría superior a la establecida. El Trómmel encargado de realizar esta operación deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

Concepto	Tipo / Valor
Tambor de cribado	
Construido en chapa de acero de espesor:	5 mm
Diámetro	Mayor de 1300 mm
Longitud	Mayor de 3900 mm
Dimensiones de apertura de malla de la criba	10 y 25 mm
Cinta descarga de compost de cribado	
Inclinación variable	Sí
Altura de descarga	Superior a 2 m
Levantamiento hidráulico	Sí
Accesorios	
Cepillo rotativo limpiador	Sí
Carenado de protección en toda la máquina	Sí
Dispositivo de seguridad en sobrecarga	Sí

Tabla 5.64: Requisitos mínimos exigidos al Trómmel.

El Trómmel deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.7 Contenedores de rechazo de compost

Estos contenedores se utilizarán para la recogida de los rechazos de la depuración del Compost. Se instalarán dos contenedores abiertos, de 25 m³ de capacidad, diseñados para ser manipulados por equipos portacontenedores. Estos dos contenedores deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Concepto	Tipo / Valor
Unidades	2
Dimensiones	5m x2 ,5m x 2m
Material	Acero A410b
Espesor del contenedor	5mm fondo, 3mm resto
Perfil de los laterales	Sección en U
Número de pilares verticales	4
Perfil de los pilares	Sección en U
Tipo de soldadura	Cordón continuo
Cumplimiento Normativa Sueca de abrasión	Sí
Preparado camión portacontenedores	Sí

Tabla 5.65: Requisitos a cumplir por los contenedores de rechazo de compost

Para información más detallada sobre el tipo de contenedores a instalar, debe acudir al apartado correspondiente de la Memoria del presente Proyecto.

5.26.8 Máquina ensacadora

Un aumento progresivo de la demanda de compost en sacos para uso de pequeños y medianos consumidores, obliga al ensacado del compost en la propia planta con fin a satisfacer esta creciente demanda. Los requisitos que debe satisfacer la máquina ensacadora son los expuestos a continuación:

Concepto	Tipo / Valor

Dimensiones de la tolva de recepción	Entre 5 m ³ y 10 m ³
Cinta transportadora para alimentación	Sí
Dosificador volumétrico	Sí
Bobina de lámina	Sacos de 80, 50, 20 y 2 litros
Desenrollado motorizado	Sí
Material de los tubos conformadores	Acero inoxidable
Tipo de soldadura	Por impulsos con refrigeración
Equipado con fotocélula de centraje	Sí
Cadencia máxima para sacos grandes	Entre 10 y 15 sacos por minuto
Escaleras de acceso y barandillas de protección	Sí
Evacuación de sacos mediante banda transportadora	Sí

Tabla 5.66: Requisitos a cumplir por la máquina ensacadora

La máquina ensacadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.9 Equipos móviles

5.26.9.1 Pala cargadora

La manipulación de productos por parte de la pala cargadora comprende las siguientes tareas:

- Carga de la materia orgánica desde la zona de recepción, hasta la nave de mezcla para alimentar la tolva de la mezcladora.
- Carga de los túneles de fermentación.
- Descarga de los túneles de fermentación, y transporte de la materia a la nave de maduración, a fin de completar el proceso de compostaje.
- Transporte de los rechazos del trommel hacia el contenedor de rechazo.

Las especificaciones de funcionamientos serán las recogidas en la tabla que se expone:

Concepto	Tipo / Valor

Capacidad mínima de cucharón	3,5 m ³
Altura libre de descarga a máxima elevación	2700 mm
Altura total máxima con cucharón en máxima elevación	6000 mm
Círculo de giro máximo	6800 mm

Tabla 5.67: Especificaciones de funcionamiento requeridas a la pala cargadora

Las características técnicas requeridas se exponen a continuación:

Motor

- Diesel turboalimentado, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
- Potencia neta mayor de 75 KW.
- Radiador modular para refrigeración por agua.
- Filtros de aire tipo seco, con elementos primario y secundario, eyector de polvo e indicador del nivel de suciedad del filtro.
- Enfriador por agua del aceite del motor.
- Anclajes del motor al chasis por tacos de goma para amortiguar vibraciones.
- Arranque eléctrico directo a 24 voltios.

Transmisión

- Caja de cambios planetaria, de accionamiento hidráulico. Una sola palanca para cambios de marchas y de sentido a pleno régimen del motor.
- Cuatro marchas en avance y cuatro en retroceso.

Neumáticos

- Sin cámara, llantas desmontables.

Frenos

- De servicio: De disco enfriado por aceite con doble circuito y accionamiento oleoneumático, totalmente estancos, sellados y libres de ajustes. Circuitos de frenos independientes en ambos ejes.
- De estacionamiento: Mecánico, tipo zapata, montado sobre el eje de salida de la transmisión y de aplicación manual.
- Freno auxiliar: Incluido en el freno de servicio. Cuando la presión baja en uno de los circuitos de aire, la presión del segundo circuito actúa sobre uno ó los dos ejes.

Dirección

- Articulación en el punto central de forma que las ruedas traseras siguen las huellas de las delanteras y viceversa.

- Accionamiento totalmente hidráulico. Una bomba de paletas alimenta el caudal hidráulico necesario y dos cilindros hidráulicos de doble acción realizan el giro de la maquina.
- Ángulo de dirección 40 grados a cada lado.

Mandos hidráulicos

- Circuito de Elevación con las siguientes posiciones: Elevación, fijo, descenso y libre con dispositivo de parada automática ajustable a cualquier altura.
- Circuito de inclinación: Posicionador automático del cucharón ajustable al ángulo de carga deseado.

Cabina

- Cabina antivuelco Cumpliendo las normativas europeas y americanas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Limpiaparabrisas delantero y trasero.
- Alarmas sonoras y visuales de fallo de órganos principales.

Equipos

- Faros halógenos delanteros y traseros.
- Alarma sonora de retroceso con bocina.
- Guardabarros estándar.
- Mangueras hidráulicas flexibles XT-3 y XT-5 de alta resistencia.
- Dirección de emergencia.

Características

- Indicador de nivel del depósito de aceite hidráulico.
- Elementos de fijación de articulación para transporte.
- Conductos hidráulicos flexibles blindados y armados.

La pala cargadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.9.2 Volteadora

El Compost, durante 20 semanas de residencia, se someterá a sucesivos volteos con objeto de conseguir mantener la masa en las mejores condiciones para alcanzar su mejor estabilización.

El volteo del compost se realizará con una máquina volteadora, que permitirá la realización sistemática del proceso de volteo, consiguiendo de esta manera un producto final standard y de gran calidad.

Los requisitos técnicos exigidos a la máquina volteadora quedan recogidos en las siguientes tablas:

Concepto	Tipo / Valor
Medidas del puente	
Ancho	4000 mm
Altura	2200 mm
Motor	
Tipo	Intercooler
Potencia	Mayor de 150 KW
Cilindrada	Mayor de 6500 cm ³
Número de cilindros	6
Sistema de refrigeración	Por líquido
Sistema eléctrico	
Unidad de control de motor	Sí
Tensión	24 Voltios
Intensidad de corriente trifásica	80 Amperios
Número de baterías de arranque en frío	2

Tabla 5.68: Requisitos técnicos del motor y sistema eléctrico de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor

Cabina confort	
Cabina de sobrepresión	Sí
Visión total con cristales tintados	Sí
Insonorización completa	Sí
Purificación del aire de la cabina	Sí
3 espejos retrovisores térmicos	Sí
2 limpiaparabrisas (delante, derecho)	Sí
Luneta trasera plegable	Sí
Dispositivo plegable electrohidráulico	Sí

Tabla 5.69: Requisitos técnicos de la cabina de la volteadora

Concepto	Tipo / Valor
Cabina confort	
Accionamiento del cilindro	Sí
Revoluciones del tambor	180 r.p.m
Mecanismo de alimentación activa	
Ancho máximo de recogida de material	5500 mm
Accionamiento de traslación	
Accionamiento hidrostático de traslación	Sí
Número de marchas	2

Tabla 5.70: Requisitos técnicos de los accionamientos de la volteadora

La máquina volteadora deberá ser de alguna de las marcas reconocidas por su prestigio en el sector al que pertenece el equipo en cuestión.

Con respecto a la normativa de Seguridad, la máquina ofertada ha de cumplir la directiva de maquinaria 89 - 392. CEE y sus posteriores modificaciones S/91 - 386. CEE 93 - 94. CEE y 93 - 68. CEE, así como la directiva 98/37/CEE relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre las máquinas.

El equipo ofertado deberá cumplir toda la legislación ambiental vigente, en especial la referente a límites de emisiones tanto gaseosas como de ruidos.

5.26.10 Nave de mezcla

La nave de mezcla es el recinto destinado a albergar el proceso de acondicionamiento previo de la materia a compostar o triturado así como del proceso de homogeneización o mezcla.

Esta nave contará asimismo con una zona cerrada destinada al almacenamiento temporal de gallinaza si fuere necesario, dotada de un sistema de extracción de gases para su posterior tratamiento en biofiltro.

La estructura está dotada de cerramiento en todo su perímetro excepto en la cara correspondiente a la entrada de los túneles de fermentación.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de mezcla quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave mezcla
Tipo de obra	Semicerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	17 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.71: Requisitos generales de la nave de mezcla

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	5,67 metros
Numero de pilares principales	8
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 5.72: Requisitos técnicos de la nave de mezcla

Peso de la estructura

Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	47,98	49,1	2355,76
Pilares testeros	IPE-300	39,6	42,2	1671,12
Viga de atado	HEB-200	34	61,3	2084,2
Resumen peso estructura				
Peso total				6108 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				13,31Kg/m ²

Tabla 5.73: Peso de la estructura de la nave de mezcla

La construcción de la nave de mezcla deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.10.1 Carpintería metálica

Se habilitará la nave de mezcla con dos portones basculantes de dos hojas, de 5m. de anchura por 5m. de altura, ambas con suplemento de puerta peatonal en puerta industrial. Se entregará totalmente instalada, incluso con poleas de contrapeso y cerradura.

5.26.10.2 Cerramientos

El tipo de placa utilizado como cerramiento, es una placa tipo "Blocotelha" para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas.

Los cierres metálicos se instalarán hasta ocultar cumbreras con los siguientes materiales:

- Chapa de acero galvanizado de 0.6mm. de espesor y acabado en prelacado
- Remates, albardillada, vierteaguas y esquinas.
- Correa metálica de soporte y fijación a la estructura principal.

5.26.10.3 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-

40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.11 Nave de almacenamiento

Se proyecta una nave de almacenamiento para albergar los procesos de afino y ensacado así como para el almacenamiento final tanto del compost a granel como del compost en sacos.

La zona de almacenamiento se encuentra cerrada en todo su perímetro, mientras que la zona de afino y ensacado no tiene cerramiento.

El recinto deberá dotarse de un servicio equipado con un sanitario con fluxor y un lavabo para aseo, tal y como queda recogido en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de almacenamiento quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave almacenamiento
Tipo de obra	Parcialmente cerrada
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	27 metros
Longitud de la obra	87 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.74: Requisitos generales de la nave de almacenamiento

Tipo de cubierta	Tipo / Valor

Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-360
Separación entre los pilares principales	6,69 metros
Numero de pilares principales	28
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,75 metros
Numero de pilares testeros	6
Perfil de la viga de atado	HEB-200
Tirante	De 12 mm cada teja

Tabla 5.75: Requisitos técnicos de la nave de almacenamiento

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-360	168,05	57,10	9595.87
Pilares testeros	IPE-300	39,60	42,20	1671.12
Viga de atado	HEB-200	174,00	61,30	10666.20
Resumen peso estructura				
Peso total				21933.19 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				9.34 Kg/m ²

Tabla 5.76: Peso de la estructura de la nave de almacenamiento

La construcción de la nave de almacenamiento deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.11.1 Carpintería metálica

Se habilitará la nave de mezcla con tres portones basculantes de dos hojas, de 5m. de anchura por 5m. de altura, ambas con suplemento de puerta peatonal en puerta industrial. Se entregará totalmente instalada, incluso con poleas de contrapeso y cerradura.

5.26.11.2 Cerramientos

El tipo de placa utilizado como cerramiento, es una placa tipo "Blocotelha" para cubierta curva, de elevada inercia y especialmente indicada para obras con más de 25 metros de luz y grandes cargas.

Los cierres metálicos se instalarán hasta ocultar cumbreras con los siguientes materiales:

- Chapa de acero galvanizado de 0.6mm. de espesor y acabado en prelacado
- Remates, albardillada, vierteaguas y esquinas⁸
- Correa metálica de soporte y fijación a la estructura principal.

5.26.11.3 Evacuación de pluviales

Se dotará a la nave de cuatro bajantes de canalón de PVC, totalmente instalada incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.12 Nave de maduración

Para cubrir la necesidad de un recinto destinado al proceso de maduración del compost se proyecta una nave de dimensiones 124 metros de largo por 50 metros de ancho. La nave se proyecta sin cerramiento en todo su perímetro. El suelo de la nave tendrá una pendiente de un 1% y se ejecutarán las 3 arquetas de recogida de lixiviados tal y como aparecen en los Planos de este Proyecto.

Los requisitos de la nave de maduración quedan recogidos en las siguientes tablas:

Datos iniciales generales	Tipo / Valor
Obra	Nave maduración
Tipo de obra	Estructura sin cerramiento
Altura de pilares	6 metros
Ancho de la obra	50 metros
Longitud de la obra	124 metros
Carga de nieve	40 Kg/m ²

Tabla 5.77: Requisitos generales de la nave de maduración

Tipo de cubierta	Tipo / Valor
Espesor de la cubierta	1,5
Perfil de los pilares principales	IPE-330
Separación entre los pilares principales	6,89 metros
Numero de pilares principales	72
Perfil de los pilares testeros	IPE-300
Separación entre los pilares testeros	6,25 metros
Numero de pilares testeros	12
Perfil de la viga de atado	HEB-180
Tirante	De 10 mm cada teja

Tabla 5.78: Requisitos técnicos de la nave de maduración

Peso de la estructura				
Concepto	Perfil	Longitud (m)	Peso Unitario(Kg/m)	Peso Total (Kg)
Pilares principales	IPE-330	455.94	49,10	22386.18
Pilares testeros	IPE-300	79.20	42,20	3342.24
Viga de atado	HEB-180	496	51.20	25395.20
Resumen peso estructura				
Peso total				51123.62 Kg
Peso (Kg/m ²) de la obra				8.25Kg/m ²

Tabla 5.79: Peso de la estructura de la nave de maduración

La construcción de la nave de maduración deberá respetar todas las indicaciones adjuntadas en este Proyecto, especialmente las contenidas en los Planos de Construcción y de Detalle, así como toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.12.1 Arquetas de recogida de lixiviados

Se proyectan tres arquetas continuas y dispuestas transversalmente, de modo que cubran todo el ancho de la nave, a fin de recoger los lixiviados generados en el proceso de maduración corrigiéndolos a la balsa de lixiviados.

Son arquetas prefabricadas abiertas de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior, de 30x30 cm. medidas interiores, completa: con reja y marco de hormigón y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor

5.26.12.2 *Evacuación de pluviales*

Se dotará a la nave de seis bajantes de canalón de PVC, totalmente instalados incluyendo protecciones, piezas y anclajes.

Para cada bajante se instalará una arqueta de saneamiento fabricada in situ, de las siguientes características:

Arqueta de registro de 38x26x40 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor, ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluyendo la excavación, y el relleno perimetral posterior.

5.26.13 *Edificio corporativo*

El edificio corporativo será el encargado de albergar tanto los procesos administrativos y de venta, como la sala de control donde se controla de manera integral el proceso de fermentación en los túneles de hormigón.

El edificio, de planta rectangular tendrá unas dimensiones de 20.35 m. de largo por 12.40 m. de ancho.

El contratista de la obra deberá ejecutar el edificio corporativo de acuerdo a los planos entregados por la Propiedad y atender a las disposiciones adicionales enumeradas a continuación además de cualesquier otras que se encuentren documentadas en este Proyecto. Deberá cumplir asimismo toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

La cimentación y estructura del edificio deberá cumplir lo siguiente

- El hormigón utilizado en la cimentación será tipo HM-20 de resistencia característica 200 Kp/cm², a emplear en capa de nivelación y puesto en obra mediante vibrado y curado.
- El acero corrugado para armaduras será de tipo B 500 S.
- El cerramiento de la estructura estará compuesto de hoja exterior de fábrica de ladrillos cerámicos vista, cámara de aire y doblado con tabicón de 9 cm. de espesor de ladrillos cerámicos huecos.
- La formación de pendientes en cubierta se realizarán con tabicones aligerados de ladrillo hueco doble recibido con mortero de cemento 1/6, con arriostramientos transversales a que eviten desniveles superiores a 1 m. medido en proyección horizontal.
- Cubrición con teja de Hormigón de perfil plano, colocados en hileras paralelas al alero, recibidas con mortero de cemento y arena de río 1/8.

- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de 8 + 4, con hormigón HA-25, armaduras de negativos, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Forjado cerámico unidireccional aligerado, de semivigüeta pretensada y bovedilla cerámica de 25 + 4, con hormigón HA-25, armaduras de negativo, mallazo de reparto, apuntalamientos, encofrado y desencofrado.
- Canalón oculto de zinc, circular o rectangular de 45 cm de desarrollo, completo e instalado en azoteas con faldón a la catalana.

Los acabados del edificio corporativo atenderán a los siguientes requerimientos:

- Tabiques de ladrillo hueco sencillo de 25 x 12 x 4 cm, recibido con pasta de yeso negro.
- Enfoscado fratasado a buena vista, en paramentos horizontales, de 20 mm de espesor, con mortero de cemento (II-Z/35A) y arena de río 1/4(M-80).
- Enlucidos con yeso blanco, en paramentos verticales, de 3 mm de espesor, incluso formación de rincones, guarniciones de huecos y remates con rodapié.
- Pintura plástica lisa mate blanco, en paramentos interiores verticales y horizontales; dos manos, incluso lijado, mano de imprimación con plástico diluido y acabado.
- Alicatados de azulejos serigrafiados, de 20x20 cm, recibidos con mortero de cemento.
- Carpintería de madera para puertas, incluso barnizado, instalación y cristalería si procede.
- Carpintería de aluminio lacado, con ventanas de doble acristalamiento con rotura de puente térmico, incluso cristales, colocación y medidas según Planos de este Proyecto.
- Pavimento de baldosa de gres antideslizante, de 31x31 cm, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, cama de 2 cm de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm de espesor, incluso rejuntado y limpieza.

El edificio estará dotado de las siguientes instalaciones:

- Instalación de saneamiento con conexiones y arquetas totalmente terminada y acabado hasta punto de vertido, incluyendo fosa séptica de 1000 l de capacidad para recogida de las fecales. Deberá respetarse todas las indicaciones documentadas en los planos de este Proyecto, así como cumplir la Normativa vigente en este tipo de instalaciones.
- Instalación de energía eléctrica, incluyendo cuadro eléctrico.
- Instalación interior de distribución de agua fría y agua caliente sanitaria.

- Instalación de protección antiincendios consistente en extintores, equipos de detección y alarma, bocas de incendio equipadas e hidrantes exteriores según lo dispuesto en este Pliego y atendiendo la Normativa vigente en Protección contra Incendios. Ver apartado 2.21 acerca de Equipos Contra Incendio.
- Instalación de radiadores y caldera para calefacción y agua caliente sanitaria.
- Equipamiento de lavabos y aseos según planos del Proyecto, compuestos por armarios espejos y duchas donde corresponda. Los sanitarios serán de tipo fluxor y se entregarán totalmente colocados.
- Equipamientos de oficinas incluyendo mobiliario necesario, al menos dos mesas de trabajo por estancia, armario y dos sillas.

5.26.14 *Equipo de laboratorio*

En la planta baja del edificio corporativo se dispone de un pequeño equipo de laboratorio para realizar los análisis mínimos de control de calidad del producto final constituido por:

- ☐ Espectrofotómetro UV-VIS de las siguientes características:
 - Lectura digital.
 - Memoria para 100 curvas.
 - Rango. 190 -1100 nm.
 - Lectura en absorbancia, transmitancia y concentración.
 - Resolución: 1nm.
- ☐ Medidor de pH y conductividad manual
- ☐ Estufa para calentar tubos DQO 150°C.
- ☐ Mufla Vulcan 3-550 NEY o similar.
- ☐ Unidad de destilación por arrastre de vapor con recipientes Kjeltex System
- ☐ Balanza Mettler Toledo AG-255 o similar.
- ☐ Frigorífico de 300 l con congelador.
- ☐ Placas calefactoras de 20 x 40 Selecta o similar.
- ☐ Destilador de agua modelo Seradest de la casa USF o similar.
- ☐ Conjunto de material, vidrio y reactivos necesarios para realizar un control analítico básico de la planta:
 - 30 tubos de vidrio de tapón roscado conjunta de teflón (10 ml).
 - 5 matraces aforados de un litro.
 - 10 matraces aforados de 100 ml.
 - 5 vidrios de reloj.
 - 2 cubetas de 1 cm. de paso de luz

- 4 buretas graduadas de 50 ml.
- 5 pipetas aforadas de 2, 3, 5, 10, 20, 30 y 50 ml.
- 5 vasos precipitados de 100 ml.
- 5 probetas de 25 ml. Y 100 ml.
- 4 cápsulas o crisoles de porcelana.
- 2 desecadores.
- Metanol.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Sulfato de plata.
- Sulfato mercúrico.
- Agua destilada exenta de iones de amonio.
- Solución de carbonato sódico de 100 g/l.
- Solución de ácido bórico de 10 g/l.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1N.
- Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2%, 50 ml.
- Solución alcohólica de azul de metileno al 0.2 %, 25 ml.

El laboratorio deberá contar con una mesa contra pared, así como un armario para reactivos, armario general con baldas, dos sillas y dos fregaderos tal y como se indica en los Planos de este Proyecto

5.26.15 *Galería de servicios*

Se proyecta una construcción denominada “Galería de Servicios”, en orden a albergar el depósito de lixiviados, humidificador de gases, scrubber y bombas de impulsión y demás accesorios que de encontrarse a la intemperie, podrían sufrir un desgaste muy acusado.

Es una construcción simple a base de estructura metálica, de planta rectangular de 26.8 m. de largo x 4.6 m. de ancho, en la que intervienen los siguientes elementos constructivos:

- Pórticos de inercia constante en perfil doble T.
- Correas de cubierta en perfil tipo "Z" atornilladas sobre ejiones.
- Dinteles y pilares de cierre.
- Viga de atado en cabeza de pilares.
- Arriostramiento general en cubierta y elementos de arriostramiento vertical.
- Cubiertas en chapa de acero en perfil nervado, precalado de 0.6 mm de espesor, incluyendo p.p de solapes y accesorios de fijación. El remate en cumbrera se realizará mediante curvado de los extremos de las chapas.

- Lucernarios formados por placas de 1 mm de espesor, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección "Gel-Coat", incluso p.p de solapes y accesorios.
- Canalón conformado con chapa galvanizada de 1 mm de espesor, con plegado especial incluyendo tapas laterales y boquillas de conexión a bajantes.
- Placas de anclaje con acero tipo F-III y roscado mediante sistema de laminación especial.
- Arqueta de recogida de pluviales.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, especialmente las indicaciones recogidas en los Planos, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.16 *Balsa de lixiviados*

La balsa de lixiviados, se construirá a continuación del biofiltro, en un lateral de la plataforma de maduración, de forma rectangular de 22.5 × 12 metros de planta y 1 metro de profundidad.

La balsa de lixiviados estará conectada con el depósito cisterna para conseguir una mayor flexibilidad en la gestión de los lixiviados de la planta. La balsa es capaz de alojar 540 m³ de lixiviados, casi el 25 % de los generados en un año, y en caso de saturación del depósito cisterna se vaciará en parte este último hacia la balsa de lixiviados.

La balsa de lixiviados será completamente estanca, para lo cual se impermeabilizará obligatoriamente con polietileno de alta densidad.

Todos los accesorios y/o tuberías que se precisen para su funcionamiento deberán ser igualmente de polietileno de alta densidad.

La balsa de lixiviados deberá cumplir toda la Normativa Medioambiental vigente en gestión y almacenamiento de lixiviados así como cualquier otra dentro de su competencia.

5.26.17 *Depósito de lixiviados*

El depósito de lixiviados debe tener una capacidad de 100 m³ con una longitud de 10 m.

El depósito será construido en hormigón, según figura en los Planos de este Proyecto, y sus paredes estarán impermeabilizadas obligatoriamente con polietileno de alta densidad.

Este elemento constructivo deberá respetar los requisitos recogidos en este pliego, así como toda la documentación presentada en este proyecto, y cumplir toda la Normativa vigente que afecte a este tipo de construcciones.

5.26.18 Bombas

5.26.18.1 Prescripciones generales de diseño

El diseño, fabricación y construcción de los conjuntos de bombas obedecerá a las últimas versiones de códigos, Normativa, recomendaciones de la IEC (Comisión Electrónica Internacional), reglamento de prevención de accidentes y reglamentación legal.

Todas las bombas estarán diseñadas para funcionamiento en continuo, salvo indicación en contrario. Cada bomba y su equipamiento estarán dispuestos de modo que permitan un fácil acceso para su operación, mantenimiento y desmontaje sin interrupción del funcionamiento de la planta.

Se deberán prever orejetas y anillas de elevación u otros dispositivos de manipulación que permitan el fácil manejo de la bomba y sus componentes.

Siempre que resulte práctico se usarán bombas de tipo estándar con características adecuadas

Se suministrarán únicamente marcas y modelos de eficacia probada. Todos los accesorios y el diseño global de la bomba serán adecuados para funcionamiento automático, según planificación de los sistemas pertinentes.

Siempre que sea posible se utilizarán bombas centrífugas.

Todas las bombas estarán diseñadas para soportar una presión de prueba de 1,5 veces el máximo posible de presión de cierre de la bomba, en condiciones de máxima presión de admisión. Los difusores de descarga de aleación de hierro fundido, deberán estar diseñados para una presión de prueba de 1,5 veces la presión de diseño.

Todos los ejes de las bombas serán de tamaño suficiente para transmitir el máximo de la fuerza motriz. El eje de la bomba y el acoplamiento estarán dimensionados de modo que el máximo momento de torsión permisible del eje sea superior al máximo momento de torsión del acoplamiento. Será preferible el uso de bombas de acoplamiento directo.

Dispondrán de anillos de desgaste recambiables en la carcasa y en turbinas, cuando quede económicamente justificada su instalación.

Todas las piezas y accesorios de las bombas en contacto con el fluido bombeado se construirán en materiales específicamente diseñados para las condiciones y naturaleza del fluido bombeado, y serán resistentes a la erosión y la corrosión.

Cuando aparezcan especificaciones de material en las diversas especificaciones de bombas, se considerarán éstas como requisitos mínimos.

Siempre que las bombas estén dotadas de prensaestopas, los ejes deberán estar provistos de camisas protectoras recambiables de un material adecuado. Se facilitarán igualmente, según requisitos individuales, dispositivos de refrigeración, calefacción, limpieza por descarga de agua o bloqueo de las juntas del eje.

Los materiales de acondicionamiento seleccionados serán tales que no sea necesario utilizar anillos de cierre hidráulico.

Los collarines o juntas mecánicas de las bombas estarán dispuestos de tal modo que permitan el embalaje o colocación de las juntas de recambio, con la mínima interrupción en el funcionamiento de la instalación

Para mayor facilidad de mantenimiento, la carcasa de la bomba estará dividida (preferiblemente en partes horizontales) y estará diseñado de tal modo que permita la extracción de la turbina y el eje sin afectar las canalizaciones más importantes y las válvulas que transportan el fluido bombeado. En general, se colocarán acoplamientos en todas las bombas horizontales con rotores extraíbles, a fin de facilitar el desmontaje sin extraer el motor.

Se montará cada bomba horizontal con su impulsor en una placa base de montaje y de construcción sólida.

Las bombas se ubicarán con sumo cuidado para garantizar que la carga de aspiración neta positiva (NPSH) sea adecuada al tipo de bomba utilizado en todas las condiciones de funcionamiento. Los valores NPSH se referirán a las condiciones de funcionamiento menos favorables, presión atmosférica inferior, nivel inferior de agua en el lado de admisión de la bomba, y temperatura superior del fluido bombeado. Si no existe indicación en contrario, se contemplará un margen de seguridad de 0,5 m. al máximo NPSH requerido.

Se realizará un equilibrado estático y dinámico, en la medida en que sea aplicable, en las piezas individualmente, y tras el montaje, en la parte rotativa de todas las bombas centrífugas.

Las bombas funcionarán con suavidad en toda la gama de velocidades hasta alcanzar sus velocidades de régimen. La primera velocidad crítica acoplada deberá superar al menos en un 20 % a la máxima velocidad de régimen. Se determinará el diámetro del eje y la distancia entre rodamientos consecutivos de manera que quede contemplado un margen de seguridad suficientemente amplio para satisfacer esta condición.

5.26.18.2 Características de las bombas

En el caso de que se hayan instalado diversas bombas para una misma función, éstas serán adecuadas para su funcionamiento en paralelo, sin limitaciones. Las características de carga/caudal de las bombas serán tales que la carga aumente continuamente con la disminución del caudal, alcanzando la máxima carga en el punto cero de caudal.

Excepto indicación en contrario, todas las bombas deberán poder funcionar al 110 % de la capacidad de régimen a la carga nominal. No se ofertarán turbinas de tamaño máximo en ninguna bomba. En caso de instalar una turbina de mayor tamaño, se preverá un aumento mínimo del 5 % de la carga. Se determinará el rendimiento del motor de transmisión en función de los requisitos técnicos citados anteriormente y de los requisitos especificados en la parte eléctrica.

5.26.18.3 Accesorios de montaje

Excepto indicación en contrario, se instalarán todas las bombas con válvulas de aislamiento, una válvula de retención y manómetros de admisión y descarga. Se facilitarán acoplamientos accesibles con protecciones de tipo extraíble.

La adaptación de las válvulas de acoplamiento será mecanizada para garantizar un alineamiento exacto. Los acoplamientos y transmisiones tendrán una capacidad nominal mínima del 120 % del par motor o energía potencial máxima.

Se instalarán válvulas de cebado en todas las bombas en puntos adecuados de la carcasa de la bomba, excepto si la propia bomba es de tipo de autocebado con sistema de toberas de admisión y descarga.

Las bridas en todos los modelos serán según DIN

5.26.18.4 Características de las bombas a instalar

Las características y referencias de las bombas a instalar son las que se exponen en la siguiente tabla:

Referencia de la bomba	Capacidad	Potencia instalada
Bomba aspiración del scrubber	40 m ³ /h	7,5 KW
Bomba aspiración del filtro	10 m ³ /h	1,5 KW
Bomba recirculación de lixiviados	40 m ³ /h	11 KW

Tabla 5.80: Referencias y características de las bombas a instalar

5.26.19 Ventiladores

5.26.19.1 Prescripciones generales de diseño

Todos los ventiladores estarán diseñados para funcionamiento en continuo salvo indicación en contrario.

Cada ventilador y su equipamiento estarán dispuestos de modo que permitan un fácil acceso para operaciones de mantenimiento y desmontaje sin interrupción del funcionamiento de la planta.

Se deberán prever orejetas y anillas de elevación u otros dispositivos de manipulación que permitan el fácil manejo de la bomba y sus componentes.

Siempre que resulte práctico, se usarán ventiladores de tipo estándar con características adecuadas. Se suministrarán únicamente marcas y modelos de eficacia probada. Todos los accesorios y el diseño global del ventilador serán adecuados para funcionamiento automático, según planificación de los sistemas pertinentes.

Siempre se utilizarán ventiladores centrífugos.

Los ventiladores funcionarán con suavidad en toda la gama de velocidades hasta alcanzar sus velocidades de régimen. La primera velocidad crítica acoplada deberá superar al menos en un 20% a la máxima velocidad de régimen.

5.26.19.2 Construcción mecánica del ventilador

La voluta estará fabricada en acero al carbono, tendrá oído simple y dotada de bridas en aspiración y en impulsión. Se proveerá trampilla de inspección de dimensiones suficientes. La voluta será construida en dos partes: una inferior y otra superior que deberá ser desmontable.

La parte inferior va provista de una purga para vaciado de condensados o inclusiones de agua.

La turbina está compuesta por la maza, discos laterales y álabes inclinados hacia atrás, estando convenientemente reforzada y montada sobre un eje de acero semiduro de forma desmontable.

El eje va apoyado sobre cojinetes de rodillos oscilantes, diseñados éstos para resistir las sollicitaciones mecánicas, térmicas y vibratorias que se originen, y tendrán una vida útil mínima de 20000 horas de trabajo. La turbina está dispuesta en voladizo sobre el conjunto eje-cojinetes.

Los álabes y disco de la turbina son de material antidesgaste con una dureza mínima de 200 Brinell.

Se dota al eje de dos pequeñas turbinas próximas a los cojinetes con la misión de renovar el aire suficiente a los mismos.

El acoplamiento motor-turbina será de tipo elástico, calculado para transmitir el máximo par de trabajo que se genere y con un periodo de vida mínimo de 30.000 horas.

La bancada, se construye en acero A42B y es común al motor y ventilador. La bancada estará convenientemente rigidizada para evitar vibraciones o resonancias.

El diseño de las cajas de los rodamientos en ventiladores de eje horizontal será tal que permita el cambio de los rodamientos sin extraer el ventilador o el motor de su carcasa. En ventiladores de eje horizontal, las cajas de los rodamientos estarán eficazmente protegidas contra el ingreso de agua, fluido ventilado y polvo, mediante deflectores.

Los rodamientos lubricados con aceite con aro de engrase, están provistos de cárter de aceite de nivel constante y todos los carters de aceite de los rodamientos incorporarán un visor de indicación del nivel de aceite. Se preverán medios para la purga de las cajas de rodamientos. Los desagües de aceite estarán provistos de válvulas de compuerta, así como de espacio suficiente aguas abajo de las válvulas de purga para su recogida.

En el caso de que instalemos diversos ventiladores para una misma función, éstos serán adecuados para su funcionamiento en paralelo, sin limitaciones. Las características de carga/caudal de los ventiladores serán tales que la carga aumente continuamente con la disminución del caudal, alcanzando la máxima carga en el punto cero de caudal.

Todos los ventiladores podrán funcionar al 110 % de la capacidad de régimen a la carga nominal.

5.26.19.3 Características y referencias de los ventiladores a instalar

Las características y referencias de los ventiladores a instalar quedan recogidas en la siguiente tabla:

Referencia del ventilador	Capacidad	Potencia instalada	Unidades
Ventilador extracción máquina mezcladora	1400 m ³ /h	2 KW	1
Ventilador de túnel de fermentación	7500 m ³ /h a 5500 Pa	22KW	5
Ventilador de extracción de túneles	20000 m ³ /h a 3000 Pa	30KW	12

Tabla 5.81 Referencias y características de los ventiladores a instalar

5.26.20 *Termo eléctrico*

Se instalarán dos termos eléctricos de las siguientes características:

- Fabricados en chapa de acero esmaltada, con recubrimiento de espuma de poliuretano de alta densidad, libre de CFCs. Protegidos contra la corrosión mediante ánodo de magnesio.
- Termostato accesible, para elección de la temperatura.
- Capacidad de acumulación 200 l.

5.26.21 *Equipos contra incendios*

La planta de compostaje se dotará de una serie de equipos de detección y contra incendios, que permitan en primer lugar una rápida detección de un eventual incendio y una respuesta eficaz que impida su desarrollo.

La instalación y equipos de protección contra incendios deberán satisfacer el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, recogido en el Real Decreto 1942/1993.

5.26.21.1 *Extintores portátiles*

Todos los extintores, sus características y especificaciones se ajustarán al Reglamento de Aparatos a Presión y a su Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5.

5.26.21.1.1 *Extintores portátiles de polvo polivalente*

Los extintores de polvo seco o polivalente serán de presión incorporada y el gas impulsor será el Nitrógeno, su capacidad será de 9 kg.

Se dispondrán los siguientes extintores polivalentes:

- Planta baja del edificio corporativo, un extintor frente a la escalera.
- Planta primera del edificio corporativo, frente a la escalera.
- Nave de mezcla, dos extintores, uno en cada salida.
- Nave de almacenamiento, tres extintores, una en cada salida.
- Nave de maduración, tres extintores situados en el centro y extremos de la nave, en los laterales de la misma.

5.26.21.1.2 *Extintores portátiles de CO₂*

Extintores de CO₂ (anhídrido carbónico), este gas se encerrará en el recipiente en fase líquida, con una capacidad de estos extintores será de 5 kg.

Se dispondrán los siguientes extintores de CO₂:

- Planta baja del edificio corporativo, un extintor en la fachada del laboratorio.
- Planta primera del edificio corporativo, un extintor en la fachada del departamento de administración.

- En la Nave de Almacenamiento se instalará un extintor de CO₂ cada 150 m² no siendo superior a 15 metros la distancia a recorrer para acceder a un extintor

5.26.21.2 Bocas de incendio equipadas

En el edificio corporativo se instalarán dos bocas de incendio equipadas, una en la planta baja en la fachada perteneciente al local de primeros auxilios, y otra en la primera planta en la fachada de la Administración de la Planta.

En la nave de almacenamiento se instalarán tantas Bocas de Incendio Equipadas al menos, como el mínimo señalado por Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios del Real Decreto 1942/1993.

El sistema de Bocas de Incendio Equipadas se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 Kpa (10 Kg/cm²) manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Las bocas de incendio equipadas serán de las siguientes características:

- Armario metálico resistente a la intemperie con frente de cristal, construido en chapa metálica y protegido con una capa de pintura, incluirá marco cromado abatible con bisagras.
- Devanadera metálica, cromada y giratoria para arrollar una manguera.
- La manguera estará conectada a la red de suministro de agua, pudiendo ser 25 mm ó 45 mm de diámetro, siendo su longitud mínima de 20 m. Estará fabricada en poliéster y con recubrimiento interior en caucho sintético s/norma UNE 23091. La presión mínima de servicio será de 15 kg./cm².
- La manguera llevará conectada a su extremo una lanza proyectora de dos o tres posiciones, con proyección en forma de chorro o de nieve y con mecanismo de cierre.
- Existirá una válvula de paso con manómetro indicador de la presión de la red, el manómetro será de acero inoxidable.
- Los racores de unión serán metálicos, con acabado exterior abrillantado y protegido de la oxidación.

El cálculo de las bombas Jockey necesarias para el mantenimiento mínimo de presión en red para este tipo de instalaciones no es objeto de este Proyecto. La empresa instaladora será la encargada de emprender cuantas acciones sean necesarias para la correcta instalación de las Bocas de Incendio Equipadas.

5.26.21.3 *Instalación de detección y alarma*

El conjunto de la instalación de detección y alarma consta de los siguientes elementos:

- Central de control y alarma.
- Subcentrales de aviso en plantas y/o sectores de plantas.
- Cabezas detectoras.
- Pulsadores para alarma manual.
- Campanas para alarma acústica.
- Instalación de líneas de cables.

Toda instalación de detección y alarma de humos se basa en un panel de control que consta de un Módulo común, que distribuye y controla la energía y otras funciones generales o comunes del panel. El panel dispone de una serie, variable en cantidad según los casos, de Módulos de zona a los que van conectados cada zona o línea de detectores correspondiente. Cada uno de estos Módulos dispone de:

- Piloto de Alarma de fuego, normalmente de color rojo y apagado. En caso de incendio en la zona se enciende.
- Piloto de Alarma de avería, normalmente de color amarillo o ámbar y apagado, que se enciende en caso de avería en esa zona.
- Piloto de energía, normalmente de color verde y encendido, que se apaga cuando falta alimentación en esa zona.
- Pulsador para prueba de lámparas de pilotos.
- Interruptor o pulsador de "Silencio" de alarma.
- Interruptor o pulsador de Prueba.

El panel de control y alarma se alimenta normalmente de corriente continua a 12 (V) o 24 (V), la cual es preparada por un panel de alimentación que recibe corriente eléctrica normal alterna a 220 (V) y la transforma y rectifica. A su vez mantiene en carga a unas baterías de socorro que están continuamente en flotación para alimentar al Sistema en caso de falta de Energía Eléctrica de la red general. Estas Baterías deben calcularse para que mantenga al Sistema de Detección funcionando durante setenta y dos horas en estado de vigilancia y de media hora en estado de alarma.

El panel de Control y Alarma está diseñado para que cada zona esté supervisada de cualquier corte de cable o desconexión con un Relé sensible a una pequeña corriente que circula por la línea, merced a una resistencia final de línea que se desactiva al interrumpirse ésta, sonando así la alarma de Avería. En nuestro caso, el panel de Control estará situado en la planta baja, junto a la salida.

Aparte de las alarmas ópticas en el panel, ya descritas, siempre se disponen una Alarma Acústica de Fuego y otra de Avería junto al panel, llamadas "Comunes".

La detección de incendios se basa en un sistema que acusa las manifestaciones del fuego según diversos grados de rapidez y seguridad (en este caso detectores de humos). La instalación del cableado, puede realizarse oculta o a la vista, y se efectúa con dos cables de 1,5 mm² de sección para cada derivación de detección.

Debe instalarse una centralita de señalización de detectores, con distribución a tres hilos, también de 1,5 mm², para tener la disponibilidad de instalar repetidores luminosos en las proximidades de cada cabeza.

El cableado en las conducciones verticales puede hacerse bien dentro de tubos metálicos o de plástico rígido, o bien por medio de cable tipo manguera, procurando evitar zonas expuestas a la prolongación de un incendio y, en lo posible, separadas de las restantes instalaciones.

En cuanto a la disposición de los detectores, se basa en las denominadas "Superficies de Control", las cuales son fundamentales a la hora de distribuir los detectores. Debe instalarse un detector cada 60 m² y en pasillos uno cada 11,5 m lineales en el edificio corporativo, y cada 120 m² en la nave de almacenamiento. La nave de maduración y nave de mezcla están exentas de esta instalación.

Los pulsadores para alarma manual o campanas de aviso de la instalación no suelen presentar dificultades de implantación, ya que solamente conectan a dos hilos y su localización no exige gran exactitud. La única condición exigible a los Pulsadores es que estén bien visibles y al alcance de cualquier persona. Se instalarán un pulsador de alarma en cada planta del edificio corporativo, y todos aquellos que recomiende la Normativa de Protección y Detección de incendios en la Nave de almacenamiento.

En cuanto a la previsión de una alarma, lo más adecuado es una alarma de dos tonos con señales de desalojo de urgencia según la Norma AFNOR para no producir pánico, ya que su única finalidad es transmitir desde el puesto de control centralizado una señal perceptible de la existencia de un incendio para sus ocupantes.

El sistema se completará con una alarma externa, sirviéndose en este caso de una ayuda supletoria mediante una lámpara con destellos que tiene por objeto la rápida localización por el servicio de Extinción de Incendios del lugar donde se ha producido el siniestro.

El sistema de detección de incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a la Norma UNE 23.007. Antes de su instalación, necesitarán ser certificados por un organismo de control.

5.26.21.4 *Instalación del cableado de los equipos de detección*

El cableado de la instalación detectora de incendios se alimenta a través de una red propia de conductores, ampliándose los siguientes preceptos:

- Los cables se tenderán y fijarán con la suficiente protección mecánica y cumplirán con los requisitos de protección del local al que correspondan. Los cables serán tendidos en tubos protectores de acero.
- La sección de los conductores serán de 1.5 mm².
- El número de uniones de conductores se mantendrá lo más reducida posible. Las uniones imprescindibles serán soldadas o atornilladas.
- Las conducciones se fijarán con material adecuado, de modo que sean suficientemente seguras.
- Si fuese necesario, se tomarán medidas especiales contra interferencias eléctricas (por rayos, conexión de grandes consumidores, chispas eléctricas, etc...)

5.26.21.5 *Detectores de humos*

Se deberán instalar detectores de humos de ionización, basándose en las variaciones de ionización del aire por la presencia de humos.

Todos los detectores se dotarán de indicador de accionamiento y se montarán sobre bases estándar, siendo todos ellos intercambiables.

Los zócalos incluirán placa de blindaje para evitar las interferencias electromagnéticas.

5.26.21.6 *Central de detección de incendios.*

La central se instalará en la sala de control del edificio corporativo y será de control modular, para instalaciones con detectores convencionales o analógicos, debiendo incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Módulo de zonas de detección.
- Módulo de zona de extinción.
- Módulo de relés libres de tensión.
- Módulo indicador de pilotos.
- Módulo de control.
- Módulo de alimentación.
- Baterías de emergencia.

Los requisitos mínimos exigidos son los siguientes:

- Diferentes indicaciones ópticas y acústicas para alarma y avería.
- Indicación automática de avería en caso de rotura de algún conductor.

- Indicación automática de averías en caso de cortocircuito.
- Control automático de todas las funciones centrales, tales como alimentación eléctrica, baterías, fusibles.
- Supervisión de alimentación primaria con conexión automática del equipo de baterías de emergencia.
- Cargador de baterías.
- Conexión a la red de 125V (tensión segura).
- Chequeo de la central personalizado.
- Protección IP-32.
- Bocina de alarma o zumbador montado directamente en la central.
- Posibilidad de intercalar módulos de relés o extinciones
- Salida para ordenador exterior.
- Salida para impresora exterior.
- Configurable por el usuario.

5.26.21.7 Instalaciones exteriores contra incendios

La instalación exterior contra incendios la conforman cuatro hidrantes exteriores y una caseta para protección del grupo de bombeo preciso para elevar la presión de salida en los hidrantes. Asimismo se deberá instalar un depósito que asegure la autonomía del sistema de protección contra incendios.

5.26.21.7.1 Hidrantes exteriores

Se instalarán dos hidrantes en las inmediaciones de del edificio corporativo sin existir un requerimiento de posicionamiento concreta siempre y cuando resulten de fácil acceso a los cuerpos de bomberos. Se instalan también dos hidrantes, uno en cada extremo de la nave de almacenamiento.

Los hidrantes tendrán las siguientes características:

- Hidrante de columna seca
- Antichoque y antihielo de 3".
- Bocas de 1x70/2x45 mm, con racores según Norma UNE
- Tapones antirrobo y carrete de 300 mm, en toma recta a la red.

Las distintas tuberías de la instalación serán de fundición dúctil de 150 mm de diámetro con revestimiento interior de brea-epoxi y exterior de pintura anticorrosión.

5.26.21.7.2 Caseta de alojamiento de equipo de bombeo

Se construirá una caseta para alojamiento de equipos de bombeo de la red de protección contra incendios, de 2.40x2.40 m y 2.50 metros de altura mínima, realizada en bloques de hormigón gris de 40x20x20 cm, enfoscados y fratasados, con forjado

unidireccional de 22+4 cm, formado por viguetas auto resistentes de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm e impermeabilización asfáltica.

5.26.21.7.3 *Equipo de bombeo*

El equipo de bombeo constará de:

- Bomba Jockey de 12 m³/h de caudal, presión de arranque de 6.5 Kg/cm² y presión de parada de 8 Kg/cm².
- Grupo electrobomba principal con caudal de 84 a 126 m³/h, altura manométrica de 84 a 120 m.c.d.a. y potencia de 50 CV.
- Bomba diesel con caudal de 84 a 162 m³/h y 65 CV de potencia.
- Depósito acumulador de 50 l a 17 kg/cm².
- Caudalímetro
- Válvulas y accesorios

5.26.21.7.4 *Depósito contra incendios*

Se instalará un depósito exterior de 150 m³ de capacidad. La instalación del depósito correrá a cargo de un instalador debidamente autorizado en Instalaciones Contra Incendios.

El depósito será de categoría 2, tal y como define la norma U.N.E. 23-500-90 de "Sistemas de Abastecimiento de Agua Contra incendios".

El depósito de agua contra incendios estará fabricado en acero al carbono e incorporará como parte de suministro todos los accesorios necesarios (indicadores de nivel, bridas de conexión, etc), necesarios para el aseguramiento del servicio de protección contra incendios tal y como define el reglamento RD. 1942/1993.

5.26.22 *Iluminación*

El número de luminarias a instalar en cada caso por la empresa adjudicataria deberá ser aquel que proporcione, aproximadamente un nivel de iluminancia medio en servicio que oscile entre los valores recomendados y óptimos ofrecidos por la siguiente tabla, para cada caso particular.

El tipo y la potencia de la luminaria deberán ceñirse en cada caso a lo expuesto a continuación en este Pliego.

Clases de local	Iluminancia media servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Optimo
Zonas generales edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, roperos,	100	150	200

lavabos, almacenes y archivos			
Oficinas			
Oficinas normales, salas de proceso de datos, salas de conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 5.82: Iluminancia media en servicio según clase de local

5.26.22.1.1 Iluminación industrial interior

Para la iluminación interior de las naves de mezcla, almacenamiento y maduración se utilizarán lámparas de descarga de vapor de alta presión (V.S.A.P.), puesto que éstas son las más ventajosas para alturas mayores de 6 metros. Los puntos de luz estarán compuestos por luminaria de aluminio estanco tipo PZE o similar, con lámpara de 250 W/220 V y equipo de encendido.

Para la galería de servicios y la caseta de alojamiento del equipo de impulsión de la instalación contra incendios se emplearán fluorescentes, pues estos ofrecen soluciones de iluminación más eficientes para puntos de luz situados a alturas menores de 6 metros.

5.26.22.1.2 Iluminación interior del edificio corporativo

Se instalarán luminarias fluorescentes de 58 W en todas las dependencias, todas ellas empotradas para una mejor protección y sencilla instalación.

5.26.22.2 *Iluminación exterior*

En los aparcamientos se utilizarán luminarias de 250W, de 3,5 metros de altura con decorativa esférica, que incorpore un reflector diseñado para limitar la contaminación lumínica con un máximo rendimiento, permitiendo reducir el número de puntos de luz instalados y ahorrar energía.

En los viales que rodean la nave de maduración se luminarias de 150W de vapor de sodio de alta presión montada sobre columna de 9 metros de altura.

La luminaria, será esférica de 550 mm. de diámetro, formada por globo de policarbonato opal, deflector térmico de chapa de aluminio y portaglobo de fundición inyectada de aluminio, con lámpara ovoide de vapor de sodio alta presión de 150 W. y equipo de arranque. Grado de protección IP 55/Clase I.

La columna de 9 m. de altura, estará compuesta por los siguientes elementos: columna troncocónica de chapa de acero galvanizado según normativa existente, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 0,40 cm. de ancho, 0,40 cm. de largo y 0,60 cm. de profundidad, provista de cerco y tapa de hierro fundido, cimentación realizada con hormigón H-150 y pernos de anclaje.

5.26.22.3 *Alumbrado de emergencia*

Se instalarán equipos autónomos de alumbrado, en el edificio corporativo y todas las naves de la Planta, que estarán permanentemente conectados al circuito de alumbrado normal.

Estos equipos se encenderán automáticamente en caso de fallo de suministro, y se apagarán cuando ésta se restablezca. Estarán dotados de baterías herméticas de níquel-cadmio, capaces de mantener una hora de autonomía con una o dos lámparas incandescentes. Asimismo se instalarán lámparas de emergencia encima de todas las puertas de la planta.

5.26.23 *Cerramiento de la parcela*

Se protegerá todo el perímetro de la finca con un cerramiento formado por enrejado simple y postes metálicos. El cerramiento cumplirá la misión de mantener fuera de la finca a personas ajenas a la explotación de la Planta de Compostaje, así como evitar la entrada de animales al recinto.

El enrejado tendrá una altura de 1.5 m.

5.26.23.1 *Características de los postes del cercado*

Los postes serán de 1.80 m. de altura y 5cm. de diámetro tienen las siguientes características:

- Resistencia a la tracción de 38 a 45 Kg/mm².
- Características mecánicas de la chapa según norma UNE 36137.
- Accesorios acoplados a la cremallera mediante tornillo de fijación.
- Tapón de polipropileno no degradable por exposición a los agentes atmosféricos.
- Grapa de alambre galvanizado reforzado, fijada verticalmente a la cremallera para impedir el posible deslizamiento longitudinal de la misma.

5.26.23.2 *Malla simple a torsión*

Enrejado simple torsión de forma romboidal fabricado con alambre de 400 N/mm² de resistencia. La malla debe estar galvanizada y plastificada como garantía de vida frente a la corrosión de los agentes atmosféricos a los que estará expuesto.

5.26.24 *Jardinería*

Se ha reservado una zona ajardinada a fin de mejorar la estética de la Planta de Compostaje, facilitando de esta forma la integración de la planta con el paisaje del que forma parte.

El área que sea catalogado como zona verde por los Planos de la Propiedad deberá ser dotado de césped natural. Para ello se ejecutarán las siguientes operaciones:

- Desbroce y preparación del terreno para la siembra, comprendiendo un desbroce y posterior rastrillado para retirada de sólidos superiores a 10 mm. Y posterior transporte a vertedero.
- Un aporte y extendido de abono mineral químico para césped en dosis de 50 g/m².
- Sembrado. El sembrado se llevará a cabo con semillas para césped tipo jardines urbanos, con una densidad de semillas en dosis de 30 a 60 gr/cm².

Asimismo se plantará un arbolito de tipo palmeroide por cada 30 m² de superficie ajardinada.

5.26.25 *Garantía de los equipos*

El vendedor garantizará los equipos y sus componentes contra todo defecto de material, diseño, construcción y funcionamiento para un periodo de un año a partir de la puesta en marcha.

El vendedor se comprometerá a reparar o sustituir cualquier pieza defectuosa por los conceptos mencionados, así como a realizar las modificaciones que sean necesarias para conseguir el perfecto funcionamiento dentro del plazo de garantía sin recargo alguno para el comprador.

Las piezas así sustituidas contarán con una prórroga de la garantía de doce meses contados a partir de la fecha de sustitución.

El comprador se reserva el derecho de rechazar el equipo si no se consiguen los niveles adecuados en las pruebas de funcionamiento en presencia de personal cualificado del constructor y comprador.

5.26.26 *Inspecciones de los equipos*

Durante el curso de la fabricación, el comprador por medio de sus representantes tendrá libre acceso a los locales donde esté efectuándose cualquier trabajo relacionado con los equipos objeto de esta especificación.

En general, la inspección constará en lo siguiente:

- Comprobación en los acopios de materiales y avance en la fabricación según los programas establecidos con anterioridad.
- Examen de los certificados de calidad de los distintos materiales empleados en la fabricación.
- Control dimensional de los equipos y componentes en base a los planos aprobados.
- Control visual de las soldaduras.

5.26.27 *Pruebas*

5.26.27.1 *Pruebas de taller*

Se limitarán al rodaje en vacío de los subconjuntos premontados para la comprobación de:

- Niveles anormales de ruido y vibración.
- Rozamientos.
- Interferencias.
- Defectos de materiales.

5.26.27.2 *Pruebas en planta*

El constructor asistirá al comprador en la realización de las pruebas de rodaje en vacío y funcionamiento en las condiciones de alimentación especificadas.

El comprador no dará la aceptación definitiva del conjunto hasta que éste no opere a plena satisfacción bajo las condiciones especificadas.

5.27 Especificaciones de ejecución

5.27.1 Objeto

El presente Pliego de Especificaciones de Ejecución tiene por objeto la fijación y ordenación de las condiciones técnicas por las que ha de regirse la ejecución de las obras de la Planta de Compostaje para el tratamiento de la fracción orgánica de la gallinaza en Túneles de Hormigón.

5.27.2 Descripción de las obras

La descripción detallada de la misma se expone en los apartados y anexos correspondientes de la Memoria del Proyecto “Diseño de una Planta de Compostaje para el Tratamiento de Residuos de Gallinaza”

5.27.3 Relación de pliego y normas

Además de lo especificado en el presente pliego, serán de aplicación las siguientes disposiciones, normas y reglamentos cuyas prescripciones, en cuanto puedan afectar a las obras objeto de este pliego, quedan incorporadas a él formando parte integrante del mismo. Son las que se enumeran:

- Pliego General de Condiciones para la recepción de conglomerantes hidráulicos en las obras de carácter oficial aprobado por O.M. del 9 abril de 1964.
- Instrucción para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa o armado (EH- 91).
- Normas MV-101 a 107.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de aguas (1973).
- Reglamento electrónico de alta y baja tensión (M.I.).
- Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-76).
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Fomento (P.P.T.G.).
- Normas MV del Ministerio de la Vivienda.
- Normas U.N.E.
- Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas.
- Prescripciones Técnicas del Instituto Eduardo Torroja (P.I.E.T.).
- Normas de ensayo del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo del Centro de Experimentación del Ministerio de Fomento.
- Instrucción de Carreteras de la Dirección General de Carreteras (I.C.).
- Reglamento del Ministerio de Industria para estaciones de transformación.
- Disposiciones vigentes referentes a Seguridad y Higiene en el Trabajo.
- R.D. 1627/1997 de 24 octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

5.27.4 Condiciones que deben cumplir los materiales

5.27.4.1 Procedencia y almacenamiento

5.27.4.1.1 Procedencia de los materiales

Todos los materiales que hayan de emplearse en la obra serán suministrados por el contratista de las mismas.

La Dirección de obras se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que procedan de lugares y firmas cuyos productos no ofrezcan la suficiente garantía.

5.27.4.1.2 Almacenamiento

El contratista debe cuidar convenientemente el almacenamiento de materiales que tenga a pie de obra, siendo de su cuenta el reponer aquellos que presenten defectos, o estén en malas condiciones, debido a deficiencias del almacenaje, o a otras causas a él imputables.

La Dirección de obra podrá pedir al contratista que se realicen ensayos periódicos, especialmente poco tiempo antes de su utilización de aquellos materiales que sean más susceptibles de ser dañados durante el almacenaje, como los conglomerantes hidráulicos.

5.27.4.2 Movimiento de tierras

5.27.4.2.1 Suelos para terraplenes

Los materiales a emplear deben de estar exentos de contenido orgánico, pudiendo proceder de las excavaciones de la obra o de préstamos autorizados por la Dirección de la Obra.

Si los materiales o suelos excavados en la obra se utilizan para la formación de los terraplenes, se clasificarán en:

- Suelos inadecuados, que no podrán utilizarse en ningún caso.
- Suelos tolerables, utilizables en el cimientó y el núcleo del terraplén, pero no en su coronación.
- Suelos adecuados, que se utilizarán en la coronación y en cualquier zona del terraplén que haya de estar sometida a fuertes cargas o variaciones de humedad.

Para la clasificación de los suelos se atenderá a lo prescrito en el P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.2.2 Materiales para explanadas mejoradas

5.27.4.2.2.1 Materiales

Los materiales a emplear en explanadas mejoradas serán suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otra sustancia extraña.

5.27.4.2.2 *Condiciones técnicas y ensayos*

Cumplirán en todo las prescripciones para explanadas mejoradas del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.3 *Hormigones y morteros*

5.27.4.3.1 *Áridos para morteros y hormigones*

5.27.4.3.1.1 *Procedencia*

Los áridos no deben ser activos frente al cemento, ni deben descomponerse por la acción de los agentes exteriores a que estarán sometidos en la obra. Por tanto, no deben emplearse áridos procedentes de rocas blandas, friables, porosas, etc., ni los que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc.

Como áridos pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable tras los pertinentes estudios de laboratorio.

En cualquier caso, la elección del árido se realizará conforme a las prescripciones recogidas en el capítulo II, artículo 7, de la norma EH-91, en lo referente a las condiciones del árido para obras en ambiente tipo II.

5.27.4.3.1.2 *Tamaño del árido*

El tamaño máximo de un árido grueso no excederá las siguientes dimensiones:

- La distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección de hormigonado.
- La distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado.
- La dimensión mínima de la pieza, excepto:
 - 0,33 de la anchura libre de los nervios de forjados y otros elementos de pequeño espesor que se justifique.
 - 0,5 del espesor mínimo de la losa superior de los forjados.

5.27.4.3.1.3 *Almacenamiento*

Los áridos deben almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente y, especialmente por el terreno. Se debe evitar una mezcla incontrolada de las distintas fracciones granulométricas.

5.27.4.3.2 *Conglomerantes*

5.27.4.3.2.1 *Condiciones generales*

Para la clasificación, usos recomendados y ensayos de recepción de los conglomerantes hidráulicos, será de aplicación cuanto dice el R.C.-76.

Aquellos conglomerantes no incluidos en el citado Pliego deberán cumplir las condiciones que se indiquen en el Pliego Particular o en su defecto las que exija la Dirección de la Obra.

5.27.4.3.2.2 Almacenamiento en obra

El contratista deberá disponer de los lugares apropiados para almacenar los conglomerantes hidráulicos, tanto si el suministro es en sacos como si es a granel.

En el primero de los casos los envases los recibirá cerrados, tal como hayan salido de fábrica, y el lugar elegido para su almacenaje deberá estar ventilado y defendido, tanto de la intemperie, como de la humedad del suelo y paredes.

En el caso de que el suministro fuese a granel, el almacenamiento se realizará en silos convenientemente aislados de la humedad.

En cualquiera de los dos casos se observará, además de lo dicho, lo expuesto en la E.H.-91.

5.27.4.3.2.3 Yesos

Son conglomerantes obtenidos por calcinación del aljez o del yeso artificial hasta conseguir el sulfato cálcico hemihidrato y molienda fina posterior.

El yeso de primera o blanco se utilizará para blanqueos, estucados, enlucidos y en general en los trabajos de acabado.

El yeso de segunda o negro se utilizará para enrasillados, bóvedas, tabicados, guarnecidos y demás trabajos que no aconsejen utilizar el yeso de primera.

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, desechando aquella que pueda haber sobrado una vez finalizada la ejecución del trabajo en cuestión.

Cumplirán en todo lo exigido por el vigente Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos de 1972, editado por el Ministerio de Fomento y las modificaciones oficiales posteriores.

El yeso recibido en obra se conservará bajo techado y en ambiente seco. Para evitar la fermentación del yeso se prohíbe su exposición al sol y el almacenamiento en ambientes húmedos que disminuyan su dureza.

5.27.4.3.2.4 Escayolas

Serán de la mejor calidad, su color será blanco, y se utilizarán para vaciados, estucados muy finos, corridos de moldura de perfiles delicados, fabricación de moldes y otros finos especiales.

Al igual que los yesos, cumplirán en todo con lo exigido por el vigente Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos, de 1972, y las modificaciones oficiales posteriores.

5.27.4.3.3 Agua

Podrán emplearse, tanto para el amasado como para el curado del hormigón, aquellas aguas sancionadas como aceptables por la práctica. No es válida el agua de lluvia o aquella que contenga sustancias nocivas para el fraguado. En caso de que no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda sobre sus propiedades, las aguas deberán analizarse.

No deberán utilizarse aguas de mar o aguas salinas análogas para amasar el hormigón y, en ningún caso, para su curado, pues se reduce la resistencia del mismo en un 15% y se corroen las armaduras. Se deberán cumplir las condiciones exigidas en la EH-91.

5.27.4.3.4 Morteros de cemento

5.27.4.3.4.1 Definición

Se denomina mortero de cemento a la masa constituida por arena, cemento y agua, además de algún otro producto de adición para mejorar sus propiedades de forma opcional, que podrá ser autorizada por la Dirección de la Obra cuando lo considere oportuno.

5.27.4.3.4.2 Materiales

Los materiales cumplirán las condiciones establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de 1988 y en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en masa y armado (EH-91).

5.27.4.3.4.3 Clasificación y empleo

Se consideran las siguientes clases de- mortero, atendiendo a la cantidad de Kg. de cemento Pórtland contenidos en un metro cúbico de mortero:

- Mortero No 1, para fábricas de ladrillo, mampostería o piezas prefabricadas. Dosificación: trescientos (300) kilogramos.
- Mortero No 2, para rejuntados de fábrica. Dosificación: Cuatrocientos (400) kilogramos.
- Mortero No 3, para fábricas de ladrillos especiales, enfoscados interiores, enlucidos y corridos de cornisas o impostas. Dosificación: Cuatrocientos cincuenta (450) kilogramos.
- Morteros No 4, para enfoscados exteriores, bruñidos y terminación de pavimentos. Dosificación: Quinientos (500) kilogramos.

5.27.4.3.5 Hormigones

Habrán de cumplirse las Instrucciones EM-91 correspondientes al proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado y la EM-PRE-72 para la fabricación y suministro de hormigón prefabricado.

5.27.4.3.5.1 Tipos de hormigón

Los tipos de hormigón a emplear en cada elemento de la obra son los que se indican a continuación:

- Tipo I: Resistencia característica de cincuenta (50) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza como hormigón de limpieza en cimientos y soleras.
- Tipo II: Resistencia característica mínima de ciento cincuenta (150) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza en general para obras de hormigón en masa, o cimientos y soleras con armaduras, que podrán ser de acero corrugado o dulce.
- Tipo III: Resistencia característica mínima de doscientos (200) Kilogramos por centímetro cuadrado. Se utiliza preferentemente en cimentaciones de máquinas y estructuras.

5.27.4.3.5.2 Cementos

Se emplearán cementos que sigan las recomendaciones de la instrucción EH-91.

En ningún caso se empleará cemento con resistencia inferior a 250 Kp/cm².

Además deberá transmitir al hormigón las cualidades que a éste se le exigen. En cualquier caso debe verificar las condiciones mecánicas y químicas especificadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-75).

Se recomienda la utilización de un cemento para la obtención de un hormigón en masa y armado de resistencia mecánica media, con nivel de agresividad moderado del ambiente (PORTLAND P-350). En caso de que fuese necesario se emplearía un cemento resistente a los sulfatos.

El cemento empleado deberá alcanzar su resistencia al cabo de 28 días. El fraguado no podrá comenzar antes de una hora, ni finalizar antes de cuatro horas ni después de 12 horas.

La finura de molido será tal que deje un 5% de residuo en el tamiz de 800 mallas y un 20% en el tamiz de 4900 mallas.

5.27.4.3.5.3 Suministro y almacenamiento

Las recomendaciones sobre la temperatura de suministro y almacenamiento son las siguientes:

- No debe superar los 70°C. Si no fuera así, se debe comprobar con anterioridad que no tiene tendencia a experimentar falso fraguado.

- Para manipulación manual se recomienda no superar los 40°C, o bien en 5°C a la temperatura ambiente para valores superiores.

El almacenamiento deberá disponerse de forma que se aíse totalmente de la humedad, ya sea en sacos o a granel. Es aconsejable un suministro continuo, para evitar largos almacenamientos.

Cuando no sea posible, y el periodo de almacenamiento supere el mes, se comprobará que las características siguen siendo las adecuadas.

5.27.4.3.5.4 Ensayos

Se realizarán los ensayos previos, característicos y de control, atendándose a lo que se indica en el artículo .referido de este pliego.

5.27.4.3.6 Fabricación y puesta en obra de morteros y hormigones

Para todo lo referente a morteros y hormigones se seguirán las prescripciones dadas por la vigente Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado, de Junio de 1991 (EH-91), tanto en su articulado como en sus comentarios complementadas con las que en este Pliego se señalen.

5.27.4.3.6.1 Morteros de cemento

La arena se mezclará con el cemento antes de verter el agua, continuando el batido después de echar ésta en la forma y cantidad que indique la Dirección de Obra, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme.

La pasta tendrá consistencia blanda, pero sin que se forme en la superficie capa alguna de agua cuando se introduzca en ella una vasija que se sacuda ligeramente. No se admitirán los morteros batidos por segunda vez.

5.27.4.3.6.2 Pasta de yeso

El yeso se verterá sobre el agua dispuesta en una artesa, mezclando rápidamente y procurando que no se formen grumos ni burbujas, se preparará a medida que se vaya necesitando, desechando totalmente aquella que pueda haber sobrado una vez finalizada la ejecución del trabajo en cuestión.

5.27.4.3.6.3 Hormigones en general

El hormigón se fabricará en hormigonera, nunca a mano.

El cemento y los áridos se medirán en peso, comprobándose sistemáticamente el contenido de humedad de los áridos, para tenerlo en cuenta al añadir el agua correspondiente a la hormigonera.

El tiempo de batido será de un (1) minuto para los primeros tres cuartos (3/4) de metro cúbico de capacidad de la hormigonera. Cuando el volumen de la amasada exceda

de esta cantidad se aumentará el tiempo de mezclado en veinte (20) segundos por cada metro cúbico o fracción de exceso.

Durante el funcionamiento de la hormigonera se verterá primero la mitad del agua de amasado, después el cemento y la arena simultáneamente, luego la grava y por último el resto del agua.

La descarga desde la hormigonera se hará de horma que no se disgregue el hormigón.

Si se emplea algún aditivo el Contratista instalará los dispositivos que sean necesarios para su correcta dosificación.

Además de todo lo anterior, se cumplirán las normas dadas por el EH-91.

5.27.4.3.6.4 Dosificaciones

Para obtener la fórmula de trabajo se especifica que la dosificación mínima de hormigón es la indicada a continuación:

- cemento P-350 284 Kg
- agua 190 litros
- arena (seca) 270 Kg
- gravilla (seca) 1660 Kg

Se admitirán tolerancias del tres por ciento (3%) en el cemento, del ocho por ciento (8%) en la proporción de los áridos y del tres por ciento (3%) en la concentración (relación agua cemento), habida cuenta de la humedad del árido.

La dosificación se efectuará con la instalación dosificadora por pesada o, en su defecto, según dosificación volumétrica de los áridos, para lo que se dispondrán recipientes adecuados.

El Contratista estudiará las proporciones en que debe mezclar los áridos, así como las cantidades de agua y cemento que ha de utilizar, para conseguir la resistencia característica solicitada para cada tipo de hormigón. Todo ello lo justificará mediante los oportunos ensayos, que serán requisito imprescindible para comenzar los trabajos de cualquier tipo de hormigón.

En particular, el Contratista no podrá disminuir sin la previa autorización de la Dirección de Obra, cantidad de cemento que normalmente venga utilizando en la dosificación del mismo hormigón, pero sin aditivo.

La Dirección de la Obra dará las oportunas autorizaciones escritas para poder utilizar cualquier tipo de aditivo. El empleo de dichos aditivos no releva al Contratista de cumplir todas las condiciones solicitadas al hormigón; además de las prescripciones dadas por el EH 91.

5.27.4.3.6.5 Transporte y puesta en obra del hormigón

El contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el procedimiento, instalaciones y medios que piensa utilizar en el transporte y colocación de los hormigones. No se podrá hormigonar ningún elemento sin la presencia de algún representante de la Dirección de Obra, o sin autorización escrita, siendo la obligación del Contratista avisar a dicha Dirección de Obra con el tiempo suficiente para que éste inspeccione el elemento dispuesto para hormigonar.

En general, no se dejará transcurrir más de una hora entre la fabricación y la puesta en obra; este plazo se rebajará para hormigones de consistencia seca y con ambientes calurosos o secos. Se evitará que el hormigón sea vertido con una caída libre de más de dos (2) metros de altura.

5.27.4.3.6.6 Compactación del hormigón

Todos los hormigones que se utilicen en la obra deberán ser compactados hasta eliminar los huecos y obtener un perfecto cerrado de la masa. Esta compactación se realizará mediante vibrado, y únicamente cuando este sistema no sea posible, se podrá realizar con el que señale la Dirección de Obra.

Los vibradores se introducirán y retirarán con movimientos lentos. Los vibradores de aguja se sumergirán profundamente en la masa, de forma que la punta penetre en la tongada inferior, y cuidando que la distancia entre los puntos de penetración sea tal, que la superficie de la masa quede humidificada uniformemente de modo brillante. Se cuidará en el hormigón armado que el vibrador no entre en contacto con las armaduras.

Además de lo anterior se cumplirán las prescripciones dadas por la EH-91.

5.27.4.3.6.7 Consistencia del hormigón

La consistencia del hormigón se define por uno cualquiera de los procedimientos descritos en los métodos de ensayo UNE- 7102 y UNE-7103, tal como se indica en la EH-91.

Por regla general todos los hormigones que hayan de ser vibrados tendrán consistencia seca. Los hormigones en masa en soleras tendrán consistencia plástica.

La pérdida de asiento medida por el cono Abrahams, entre el hormigón de la hormigonera y en los encofrados, deberá ser fijada por la Dirección de Obra, y no debe ser superior, excepto en casos extraordinarios, a veinticinco (25) milímetros.

La Dirección de la Obra autorizará el uso de hormigones armados vibrados de consistencia plástica en aquellas zonas o nudos fuertemente armados, donde es difícil el acceso del hormigón

5.27.4.3.6.8 Juntas de hormigón

Se situarán en los lugares y con las orientaciones que señale la Dirección de la Obra, ateniéndose en todo momento a las prescripciones dadas por la EH-91.

Los pilares y muros se hormigonarán de una sola vez, siempre que ello sea posible, hasta el plano de apoyo de las vigas o forjados. Cuando ello no sea posible se permitirá una sola junta horizontal hacia la mitad de la altura del pilar.

Las vigas se hormigonarán de una sola vez, siempre que ello sea posible, hasta el plano de apoyo de las vigas o forjados. Cuando ello no sea posible se permitirá una sola junta horizontal en el plano de apoyo del forjado.

Los forjados se ejecutarán en todo lo ancho, o bien por paños independientes, conjuntas sobre los ojos de las vigas principales. En ningún caso deben mediar más de dos (2) días entre la ejecución del forjado y la de sus vigas.

La Dirección de Obra podrá exigir, si lo considera necesario, el empleo de productos intermedios, tales como resina "epoxi" para mejorar la adherencia de los hormigones.

5.27.4.3.6.9 Curado del hormigón

Durante los tres (3) primeros días se protegerán de los rayos del sol colocando sobre las superficies arpilleras mojadas.

Todas las superficies vistas se mantendrán continuamente húmedas, durante al menos ocho (8) días después del hormigonado, por riego o inundación. Este tiempo mínimo de curado se aumentará en un cincuenta (50) por ciento en tiempo seco o caluroso, cuando se trate de piezas de poco espesor o cuando las superficies estén expuestas al sol.

Las tuberías utilizadas para el riego deberán ser de acero galvanizado y no contener sustancias susceptibles de disolverse en el agua, que sean nocivas para el fraguado o buen aspecto del hormigón. Preferentemente se utilizarán mangueras de plástico o goma. La temperatura del agua empleada en el riego no será inferior en más de veinte (20) grados centígrados a la del hormigón, para evitar la formación de grietas por enfriamiento brusco.

5.27.4.3.6.10 Desencofrado y descimbrado

Cuando se haya utilizado cemento Portland normal, los plazos de desencofrado para cada elemento no serán inferiores a los que a continuación se indican, siempre que durante este intervalo no se hayan producido bajas temperaturas o cualquier otra causa capaz de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón, en cuyo caso la Dirección de la obra establecerá los nuevos plazos de desencofrado.

- Costero de vigas: Tres (3) días.

- Costero de soportes: Siete (7) días.
- Fondo de vigas y forjados: Veinte (20) días.

En los fondos de vigas y forjados el plazo de desencofrado no podrá ser inferior a veinticinco (25) días para temperaturas medias de quince (15) grados, treinta (30) días para diez (10) grados y cuarenta y cinco (45) días para cinco (5) grados.

A pesar de las prescripciones anteriores, la Dirección de la Obra podrá alterar los plazos indicados a la vista de las curvas de endurecimiento de los hormigones, condiciones meteorológicas, necesidades de la obra, etc.

Además de todo lo anterior se cumplirán las prescripciones de la EH-91.

5.27.4.3.6.11 Encofrados y moldes

Se construirán con elementos que tengan la suficiente resistencia para soportar su peso propio y el del hormigón que van a contener. Se podrán usar los siguientes tipos:

- Encofrado de madera en paramentos rectos.
- Encofrado de madera en paramentos curvos.
- Encofrado metálico.

5.27.4.3.6.12 Resistencia del hormigón

Las resistencias medias y características de los hormigones empleados se medirán sobre probetas cilíndricas de quince (15) centímetros de diámetro y treinta (30) centímetros de altura, tal y como se define en la EH-91.

Se admite para el coeficiente de dispersión un valor máximo de veinte centésimas (0.20).

Se cumplirán las prescripciones dadas por la EH-91 en su articulado y comentarios.

5.27.4.4 Carpintería de armar

5.27.4.4.1 Maderas en general

Las maderas utilizadas serán sanas, rectas y sin nudos ni defectos que puedan perjudicar la resistencia necesaria para el fin a que están destinadas.

Se seguirán las prescripciones dadas por el "Pliego General De Condiciones Varias De La Edificación" en el Capítulo VII, Carpintería de armar y taller, de su Título I, Condiciones Generales de índole Técnica, editado por EXCO (Exposición permanente e información de la Construcción) del Ministerio de la Vivienda.

5.27.4.4.2 Maderas para encofrados

Las maderas para encofrados tendrán el menor número posible de nudos y carecerán de defectos que puedan quedar marcados en el hormigón, como grietas,

hendiduras, etc. Tendrán sus superficies lisas, especialmente las dedicadas a encofrados para hormigón visto.

5.27.4.5 Armaduras

Se seguirán las especificaciones contenidas en el artículo 9.3 de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en masa o armado (EH-91).

5.27.4.5.1 Materiales

Se empleará acero especial, con las condiciones siguientes:

- Deberá tener la superficie corrugada.
- El límite elástico no será inferior a 4100 Kg/cm² en el tipo AEH400N, ni inferior a 5100 Kg/cm² en el tipo AEH500N.
- La carga de rotura será superior a 5300 Kg/cm² en el acero tipo AEH400N y superior a 6100 Kg/cm² en el AEH500N.

5.27.4.5.2 Transporte y almacenaje

Para las barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán usarse rollos con un diámetro mínimo interior de cincuenta (50) veces el diámetro de la barra. Para diámetros superiores se suministrarán sin curvatura alguna, o bien preparadas con la forma precisa para su colocación. Las barras se almacenarán clasificadas por su tamaño, con el objeto de evitar confusiones en su empleo.

5.27.4.6 Estructura metálica

En general y salvo indicación expresa en contra se seguirán las prescripciones de las siguientes normas:

- AE-88: acciones en la edificación.
- MV-102: acero laminado para estructuras de edificación.
- MV-103: cálculo de estructuras de acero en la edificación.
- MV-104: ejecución de estructuras de acero laminado.
- MV-105: roblones de acero.
- MV-106: tornillos ordinarios y calibrados para estructuras de acero.
- MV-107: tornillos de alta resistencia para estructuras metálicas.

5.27.4.7 Aceros

5.27.4.7.1 Acero especial para armaduras de hormigón

5.27.4.7.1.1 Definición y propiedades

El acero especial a emplear en armaduras estará formado por barras corrugadas de alta adherencia.

El límite elástico será de 4.100 Kg/cm². Y se cumplirán las condiciones de carga unitaria de rotura y alargamiento mínimo especificados en la EH-91.

5.27.4.7.1.2 Recepción y ensayos

A la llegada a la obra de cada partida se realizará una toma de muestras y sobre ella se procederá a efectuar los ensayos prescritos en la norma EH-91, al menos en uno (1) por cada quinientos (500) metros lineales de cada calibre.

La Dirección de la Obra podrá ordenar la realización de los ensayos necesarios para determinar cualquier otra característica de interés.

5.27.4.7.1.3 Almacenamiento

Las armaduras de acero ordinario se almacenarán de forma que no estén expuestas a una excesiva oxidación, ni se manchen de grasa, ligantes, aceites u otros productos que pudieran perjudicar su adherencia.

5.27.4.7.2 Aceros en perfiles laminados

Cumplirán las condiciones señaladas en la Norma MV 102/1964 "Acero Laminado Para Estructuras De Edificación".

5.27.4.7.3 Elementos de unión

Los elementos de unión del tipo tornillos, tuercas, arandelas o pernos estarán fabricados en acero de mayor calidad que la de los elementos a unir.

Para las soldaduras se emplearán electrodos de calidad apropiada a las condiciones de unión y soldeo, exigiéndose las características mecánicas siguientes:

- Resistencia a tracción del material depositado: 42 Kg/mm².
- Alargamiento de rotura: 22%
- Resiliencia: adaptada al acero y al tipo de estructura, siendo el valor mínimo de 5 Kg/cm².

Se emplearán electrodos con revestimiento básico de forma preferente.

5.27.4.8 Albañilería

5.27.4.8.1 Ladrillos cerámicos

Los ladrillos que se empleen en la obra deberán reunir las siguientes condiciones:

- Tolerancias de dimensión según la norma 7267.
- Tolerancias de forma según la norma 7267.
- Uniformidad de color.
- Masa homogénea.
- Buena cochura.
- Introducidos en agua durante 24 horas su peso no debe aumentar en más de un 15%.
- Sonido metálico a percusión, pero no frágil.
- Corte fácil.

Se apilarán en rejales para evitar fracturas y deportillamientos así como agrietamiento o rotura de las piezas. Se prohíbe la descarga de ladrillos de fábrica resistentes por vuelco de la caja del vehículo transportador.

5.27.4.8.2 Bloques de hormigón

Los bloques de hormigón si se emplearan, como elemento de Construcción reunirán las siguientes condiciones:

- Garantía del fabricante en cuanto a forma y dimensión de los bloques y serán de corte fácil.
- No presentarán desperfectos, especialmente en aquellas partes que constituyen la parte vista.
- Se almacenarán apilados en rejales y se prohíbe la descarga mediante vuelco de la caja del vehículo transportador.

5.27.4.9 Gravas

5.27.4.9.1 Graveras y canteras

5.27.4.9.1.1 Situación

El contratista propondrá a la Dirección de Obra las graveras y canteras destinadas a la extracción de áridos.

Para ello realizará por su cuenta los ensayos necesarios para apreciar la calidad de los materiales a utilizar. El resultado de dichos ensayos lo pondrá a disposición de la Dirección de Obra.

5.27.4.9.1.2 Gastos

Serán de cuenta del contratista cualquier clase de gastos de apertura de canteras o de preparación del terreno para la extracción, así como la eliminación de los materiales que no sean admisibles para el fin a que son destinados.

5.27.4.9.2 Materia filtrante

El material a emplear como relleno filtrante en drenajes (gravas, gravillas, arena) serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, arenas, escorias, suelos seleccionados o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

La composición granulométrica se ajustará a lo dispuesto en el “Pliego De Prescripciones Técnicas Generales Para Obras de Carreteras Y Puentes” de Febrero de 1965, editado por el Ministerio de Fomento.

5.27.4.10 Carpintería de taller

Se emplearán en los cerramientos de huecos interiores y exteriores.

Para los huecos interiores se emplearán puertas de madera con tableros contrachapados, con refuerzos en las cerraduras y el perímetro.

La madera presentará un aspecto sano y no deberán detectarse defectos a primera vista. Para los elementos que van a quedar a la vista se emplearán unidades construidas del mismo modo, de forma que su apariencia sea lo más uniforme posible.

La unión de los elementos se efectuará por encolado o por enclavamiento.

Para los huecos exteriores a las oficinas se emplearán carpinterías metálicas, preferentemente de aluminio.

Se tendrá en cuenta cuanto se preceptúa en la Prescripción Del Instituto Eduardo Torroja 'T.I.E.T. 70', "Carpintería De Huecos".

5.27.4.11 Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas

5.27.4.11.1 Materiales empleados en firmes de carretera

Además de las prescripciones que en este Pliego se definen para cada uno de ellos, los áridos utilizados en la formación de sub-base, recebos, riegos de imprimación, tratamiento por penetración o superficiales y mezclas bituminosas, cumplirán las condiciones de granulometría, calidad, capacidad portante, plasticidad y adhesividad exigidos por cada uno de ellos en los correspondientes capítulos de P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

Las características, clasificación y condiciones de transporte, almacenamiento y recepción exigidas a los alquitranes de hulla, betunes asfálticos, fluidificados y emulsiones asfálticas directas serán las indicadas para cada uno en los correspondientes capítulos del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

5.27.4.11.2 Bordillos prefabricados de hormigón

5.27.4.11.2.1 Definición

Entre los bordillos prefabricados están aquellos tipos que llevan incluido el encintado como una prolongación de bordillo propiamente dicho, también llamados bordillos con rigola.

5.27.4.11.2.2 Condiciones Generales

Los bordillos prefabricados de hormigón se ejecutarán con hormigones de resistencia característica mínima de doscientos cincuenta (250) Kilogramos por centímetro cuadrado, a base de áridos de tamaño máximo de veinte (20) milímetros y cemento Portland.

La forma y dimensiones serán las señaladas en los documentos del proyecto. La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos, y su

directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de medio (0.5) metro. Se admitirá una tolerancia en las dimensiones de la sección transversal de diez (10) milímetros en más o menos.

5.27.4.11.3 Terrazos

5.27.4.11.3.1 Definición

Se considera como terrazo el pavimento construido por mortero de cemento, grano y piedra de mármol con el colorante adecuado, que hagan innecesaria la capa intermedia o de secado.

5.27.4.11.3.2 Condiciones Generales

Las piezas deberán de estar perfectamente canteadas y escuadradas. La capa exterior tendrá un espesor superior al cuarenta (40) por ciento del grueso total de las baldosas, el cual no bajará de tres (3) centímetros.

Antes de su colocación las piezas habrán sufrido un primer pulido.

Según el tamaño del grano se consideran tres tipos de terrazos:

- Tipo 1: Grano entre uno (1) y tres (3) centímetros.
- Tipo 2: Grano entre tres (3) y cinco (5) centímetros.
- Tipo 3: Grano mayor de cinco (5) centímetros.

5.27.4.11.4 Azulejos

5.27.4.11.4.1 Definición

Se consideran como azulejos las piezas poligonales con base cerámica recubiertas de una superficie vidriada, de colorido variado y que sirven para revestir paramentos.

5.27.4.11.4.2 Condiciones Generales

Los azulejos cumplirán las condiciones exigidas por la NORMA UNE 24007.

Los azulejos que se empleen en las obras serán de primera calidad, careciendo, por tanto, de polos, poros u ondulaciones en la superficie vitrificada, que deberá ser perfectamente plana y de coloración uniforme.

5.27.4.11.5 Vidriería

5.27.4.11.5.1 Definición

La luna transparente es una variedad de vidrio plano corriente, transparente, que se obtiene generalmente por laminación, y ha sido sometido a la operación de recocido; sus dos caras son posteriormente desbastadas y pulidas, con lo que se logra que tenga sus dos superficies lisas y paralelas, asegurando una visión clara y sin distorsión.

5.27.4.11.5.2 Clasificación

Según el espesor, podrán ser:

- Luna delgada, de espesor mínimo de cuatro (4) milímetros.
- Luna de espesor mínimo de seis (6) milímetros.
- Luna gruesa o baldosa pulida de espesor superior a ocho (8) milímetros.

Podrá presentarse coloreada en su masa, constituyendo la "luna color", o pudiéndose aplicar el color a una de las superficies.

5.27.4.11.5.3 Calidades

Se admiten dos calidades:

- Calidad corriente, en la que se admiten algunos defectos en su masa, de burbujas pequeñas o espuma.
- Calidad seleccionada, que estará exenta de burbujas apreciables o cualquier otro defecto.

Para la puesta en obra se seguirán los principios de colocación de acristalamiento en general y los específicos para acristalamientos aislantes recogidos en la norma UNE 85-222.

5.27.4.12 Pinturas

5.27.4.12.1 Definición

Se consideran como pinturas unas materias más o menos fluidas, generalmente coloreadas, que aplicadas por extensión, pulverización o inmersión, forman una capa o película opaca en la superficie de los materiales de construcción, a los cuales protege y decora.

Las pinturas están constituidas por un pigmento sólido y aglutinante o vehículo líquido, formando ambos una dispersión.

5.27.4.12.2 Clasificación

Se considerarán las siguientes clases de pinturas: Pintura a la cal, pintura al temple, pintura al óleo, pintura de barniz, pintura celulósica, pinturas plásticas, pintura al silicato, barnices y esmaltes.

5.27.4.12.3 Condiciones Generales

Las pinturas deberán ser de primera calidad, con colores fijos, inalterables y con el tiempo de secado inferior a doce (12) horas.

Deberán ser de marcas conocidas y de calidades perfectamente garantizadas, por lo que no se admitirá la composición en obra de ninguna clase de pinturas.

Las pinturas empleadas serán del tipo y color que estime oportuno la Propiedad, reuniendo en cualquier caso las siguientes propiedades:

- Los colores deben ser inalterables bajo la acción del ambiente y de los rayos solares.
- Deberán asegurar un perfecto recubrimiento de las superficies sobre las que se va a aplicar.

Se seguirán las normas generales de almacenamiento y manipulación de estos productos químicos, y aquellas especificaciones particulares que efectúe el fabricante.

5.27.4.13 Pilotes prefabricados

Se definen como piezas lineales de directriz recta, compuesta por uno o varios tramos de sección constante. En la punta llevará un elemento especial o azuche con el fin de posibilitar la hincas.

Serán de hormigón armado, con una resistencia a compresión no menor de 350 Kg/cm².

Cada pilote o tramo de pilote llevarán identificación de serie de fecha de fabricación.

Será capaz de soportar las operaciones de transporte, manejo e hincas de forma que no se produzcan roturas ni fisuras mayores de 0,15 m.

Cuando el pilote esté compuesto de varios tramos, el sistema de empalme garantizará el comportamiento del conjunto como si fuera un pilote de un solo tramo.

Las barras de la armadura longitudinal se dispondrán, si la sección es poligonal, en cada uno de los vértices y si es circular distribuida uniformemente en el perímetro y con un mínimo de 6. En cualquier caso será de una sola pieza o el empalme, cuando fuera necesario se hará mediante soldadura.

La armadura transversal dispuesta en forma helicoidal mantendrá en posición a la armadura longitudinal.

5.28 Ejecución de las obras

5.28.1 Replanteo de las obras

El Director de obra dirigirá el replanteo general de la obra y dará la información y referencias necesarias para que el contratista pueda efectuar los replanteos parciales y obtener todos los datos para la ejecución de las obras.

El Contratista asumirá todos los gastos, tanto de jornales como de materiales, que se originen al practicar la comprobación y el replanteo al que se refiere este punto. Del resultado de estas operaciones se levantarán actas que firmarán la Dirección de la obra y el Contratista, haciéndose cargo éste de las marcas, señales, estacas, y referencias que se dejen en el terreno.

5.28.2 Movimiento de tierras

5.28.2.1 Excavación en desmonte

Es el corte o rebaje del terreno natural hasta alcanzar las cotas de las plataformas indicadas en los planos de urbanización y a partir de las cuales se comienzan las fundaciones de las distintas obras.

Para su ejecución se seguirán las normas para "Excavación de la Explanada y Préstamos" del P.P.T.G. correspondiendo a la Dirección de Obra las atribuciones que en el citado Pliego se dan al "Ingeniero de Construcción".

5.28.2.2 Excavación para cimientos

5.28.2.2.1 Dimensiones

La excavación para cimientos se profundizará hasta el límite y en la forma que fije la Dirección de Obra

5.28.2.2.2 Incidencias

Si como consecuencia de avenidas, rotura de atarquías u otras causas, que ocasionen trastornos o inundaciones en la cimentación de las obras, se producen averías y desperfectos, se repararán en la forma que indique la Dirección de la Obra.

Si del reconocimiento practicado al abrir zanjas resultase la necesidad o conveniencia de variar el sistema de cimentación propuesto, se reformará el Proyecto con las modificaciones que procedan, suspendiéndose mientras tanto los trabajos que correspondan a la parte modificada.

En caso de aparición de agua subálvea en las excavaciones, se realizará un agotamiento, adoptando todas las precauciones que indique la Dirección de Obra.

El agotamiento así como las eventuales entibaciones de las excavaciones ordenadas por la Dirección de la Obra, no están incluidas en los precios de la excavación.

5.28.2.3 Excavación para zanjas en tuberías

5.28.2.3.1 Dimensiones

Las zanjas tendrán el ancho en la base, profundidad y taludes que figuren en el Proyecto o que señale la Dirección de la Obra.

5.28.2.3.2 Nivelación

En el fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud, completándose la rasante mediante una capa de arena de al menos, cinco (5) centímetros de espesor.

La Dirección de Obra indicará en cada caso, a la vista de la calidad del terreno, la profundidad hasta la cual hay que excavar.

5.28.2.4 Excavación para piezas especiales

Los alojamientos para los enchufes o unidades de los tubos se excavarán después de que el fondo de la zanja haya sido nivelado, teniendo estas excavaciones posteriores a la longitud, profundidad y anchura estrictamente necesarias para la realización adecuada del tipo particular de junta de que se trate.

5.28.2.5 Terraplenes

5.28.2.5.1 Formación

Una vez preparado el cimiento del terraplén se procederá a la construcción del mismo empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtengan en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándose convenientemente con maquinaria adecuada para ello.

No se extenderá ninguna tongada mientras no haya sido comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas, y sea autorizada su extensión por la Dirección de la Obra.

Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, la Dirección de la Obra no autorizará la extensión de la siguiente.

Si las lluvias pueden provocar la erosión o perturbación de los terraplenes en ejecución, las tongadas se extenderán con arreglo a las condiciones siguientes:

- Si se utiliza suelo adecuado, la superficie de las tongadas será horizontal, o convexa con pendiente transversal máxima del dos por ciento (2%).
- Si se utiliza suelo tolerable, la superficie de las tongadas será convexa, con pendiente transversal comprendida entre el dos por ciento (2%) y el cinco por ciento (5%).

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas, operarán sobre todo el ancho de cada capa.

5.28.2.5.2 Compactación

En cuanto a la humedad y compactación del terraplén, se cumplirán en todo las prescripciones del P.P.T.G.

En todo caso se exigirá una compactación superior al noventa por ciento (90%) de la del ensayo Proctor modificado.

5.28.2.6 Refino de taludes

Se hará después de haber acabado las obras próximas y poco antes de la recepción provisional. Se ejecutará en una zona de un metro (1) de anchura contando a partir de la arista de explanación.

El refino se hará suprimiendo las partes salientes de los taludes y en ningún caso recreciéndolos, para lo cual las explanaciones deberán tener en principio la anchura y taludes convenientes.

El acabado de los taludes será suave, uniforme, totalmente acorde con la superficie del terreno. En las intersecciones de taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficial natural del terreno.

5.28.3 Hormigones y morteros

5.28.3.1 Hormigones de limpieza

Se extenderán en capas de diez (10) centímetros de espesor, apisonándolos convenientemente, de forma que penetre en todos los huecos y terminándolo en una superficie rugosa y horizontal, especialmente en el caso de apoyos de cimentaciones. El hormigón empleado será de consistencia plástica.

Se utilizarán hormigones del Tipo I con resistencia característica de cincuenta (50) Kilogramos por centímetro cuadrado como mínimo.

5.28.3.2 Hormigones en masa

Se extenderán por capas de espesor comprendido entre quince (15) y treinta (30) centímetros, vibrando el moldeado hasta hacer que refluya la lechada a la superficie, o intensificando el vibrado junto a los parámetros y rincones del encofrado. Serán de consistencia plástica y resistencia mínima de ciento cincuenta (150) Kg por centímetro cuadrado (Tipo U).

5.28.3.3 Hormigones armados en estructuras

El hormigón en vigas y pilares será de consistencia seca y resistencia característica mínima de doscientos (200) Kg por centímetro cuadrado (Tipo III), y se verterá en capas de cuarenta (40) centímetros de espesor máximo, vibrándolo eficazmente, cuidando de que el hormigón envuelva perfectamente la armadura y vigilando especialmente los paramentos y las esquinas.

Las losas se hormigonarán en todo su grueso, avanzando con el hormigón al vibrarlo, pero efectuando los vertidos de forma que el recorrido sobre el encofrado no sea superior a dos (2) metros.

Las vigas se hormigonarán desde un extremo en toda su dimensión vertiendo las diferentes amasadas en los puntos convenientes.

5.28.3.4 Ensayos de resistencia

5.28.3.4.1 Ensayos característicos

Los ensayos característicos se realizarán como se indica en EH-91, siendo preceptiva su realización con anterioridad al hormigonado. La Dirección de Obra no autorizará la puesta en obra del hormigón, hasta comprobar que los resultados de los ensayos característicos son admisibles.

Como excepción, y para evitar esperas hasta los veintiocho (28) días de edad de las probetas, podrán admitirse resultados a siete (7) días y otra para confirmar, con su rotura a los veintiocho (28) días, que efectivamente alcanzaron los resultados deseados, dependiendo de esta confirmación la admisión o no de las dosificaciones establecidas.

En todos estos ensayos se utilizará la resistencia característica sobre el número de amasadas y probetas citado en la EH-91.

5.28.3.4.2 Ensayos de control

Los ensayos de control se realizarán con arreglo a lo prescrito en la EH-91 y se definirán las resistencias características de cada elemento de estructura.

El número de probetas a tomar de cada amasada o serie de ellas, será fijado por la Dirección de Obra, de modo que para cada elemento resulte un mínimo de seis (6) ensayos de tres (3) probetas cada uno, alcanzándose así las dieciocho (18) probetas que se estiman el mínimo suficiente para caracterizar un elemento.

5.28.4 Carpintería de armar

5.28.4.1 Encofrados

5.28.4.1.1 Condiciones generales

Los encofrados serán suficientemente resistentes y estancos para soportar la carga y el empuje del hormigón fresco, sin causar ninguna deformación, especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrador.

En los encofrados de madera, las juntas entre tablas deberán permitir en entumecimiento de las mismas, pero sin que dejen escapar ningún volumen de pasta durante el hormigonado, y evitando que queden marcas en la superficie del hormigón

terminado. Los encofrados se humedecerán antes del vertido del hormigón, y se limpiarán especialmente en sus fondos y caras laterales.

Los elementos de encofrado que hayan de volver a utilizarse se limpiarán y rectificarán cuidadosamente.

Se seguirán las prescripciones dadas por la EH-91.

5.28.4.1.2 Tolerancias, flechas y movimientos

Se admitirán como tolerancias en la colocación del encofrado un máximo de dos (2) centímetros en aplomos y alineaciones, y el dos por ciento (2%) en menos y el cinco por ciento (5%) en más, en espesores y escuadras.

No se admitirán flecha de ninguna clase en los elementos horizontales. Los fondos de vigas de más de cuatro (4) metros de luz o los voladizos de más de 2 (2) metros, deberán llevar una contra-flecha de un trescientosavo ($1/300$).

En ningún momento los movimientos locales del encofrado serán superiores a tres (3) milímetros, ni los de conjunto sobrepasarán la milésima ($1/1000$) de la luz.

5.28.4.1.3 Acabado de superficies

Además de la clasificación según el material utilizado, encofrado de madera o encofrado metálico, atendiendo al acabado de la superficie, podrá distinguirse entre encofrados para superficies ocultas, ordinario o para superficies vistas, utilizándose en cada caso encofrados más o menos usados.

5.28.5 Aceros

5.28.5.1 Armadura de acero para hormigón armado

5.28.5.1.1 Colocación

Las armaduras se colocarán limpias de suciedad y óxido no adherente, debiendo quedar con el recubrimiento que señala la EH-91 o los planos correspondientes, para lo cual irán soportadas las inferiores sobre pequeños tacos de hormigón o dispositivos especiales, y las superiores irán perfectamente ligadas a ellas, de forma que su separación permanezca invariable en todos los elementos estructurales.

En aquellas barras que hayan sido enderezadas, la parte que formó el codo se dispondrá en zonas que no sean de máximo trabajo, y de forma que no coincidan más de un cincuenta por ciento (50%) de barras desdobladas en una sección.

Se cumplirán en todo las prescripciones dadas por la EH-91.

5.28.5.1.2 Doblado

Las armaduras se doblarán según los planos del Proyecto, y las instrucciones dadas por la EH 91, así como cualquier otra que le afecte.

5.28.5.1.3 Empalmes

Se procurarán reducir al mínimo los empalmes de armaduras, que siempre se harán de acuerdo con las instrucciones dadas por la EH-91.

Cuando la Dirección de la Obra autorice el empalme por soldadura, éste se realizará en una longitud no inferior a quince (15) veces el diámetro de las barras, y sobre barras de diámetro inferior a veinticinco (25) milímetros.

Las barras corrugadas de alta resistencia podrán soldarse únicamente previa autorización de la Dirección de la Obra que la concederá después de realizar ensayos que demuestren que la resistencia a tracción de una barra soldada es, al menos, tan grande como la de la barra. Estos ensayos de soldabilidad se realizarán en un laboratorio oficial. Si resultan satisfactorios, se utilizará en obra el mismo procedimiento de soldadura y clase de electrodos que en los ensayos.

De no resultar éstos satisfactorios, se prohibirá el uso de la soldadura en obra para las barras corrugadas.

5.28.5.1.4 Anclajes

Los anclajes extremos de las barras, realizados por gancho, patilla, prolongación recta, o cualquier otro método garantizado por la experiencia, se atenderán a las instrucciones dadas por la EH-91.

5.28.5.2 Estructuras metálicas

Se cumplirán las prescripciones dadas por la norma MV-140 sobre "Ejecución de las Estructuras de Acero Laminado en Edificación". La imprimación se realizará en taller previa limpieza del óxido que pudiese estar acumulado en las piezas. Se procederá a la imprimación una vez la Dirección de la Obra haya dado el visto bueno a la limpieza previa. Las estructuras se acabarán con pintura según lo especificado en este pliego.

La soldadura eléctrica de elementos metálicos se ejecutará siguiendo las prescripciones dadas en la misma norma MV-104.

5.28.5.3 Barandillas

5.28.5.3.1 Constitución

Estarán formadas como se indica en los planos o determine la Dirección de la Obra, extremándose el cuidado de las uniones de los elementos entre sí, y de la barandilla con el forjado, escalera, etc., que sirva de soporte. Salvo indicación en

contrario en los planos o de la Dirección de la Obra, su altura será de un (1) metro diez (10) centímetros.

5.28.5.3.2 Recepción

Será preceptiva para su recepción, la comprobación de que resisten sin deformación grave una fuerza horizontal de cien (100) kilogramos por metro lineal aplicada en la cara superior del pasamanos.

Aparte de lo anterior, la Dirección de la Obra comprobará la correcta ejecución y colocación de las barandillas, rechazándose las que presenten irregularidades de construcción u otro defecto que afecte a la estética del conjunto.

5.28.6 Albañilería

5.28.6.1 Fábricas de bloques de hormigón

Los bloques se colocarán según el aparejo que designe la Dirección de Obra. Antes de colocarlos se mojarán perfectamente en agua. Se asentarán en baño de mortero de cemento N° 1, golpeándolos para completar el asiento y hacer refluir el mortero, dejando reducido el tendel a unos cinco (5) milímetros. No se aceptará el sentado a hueco. Las hiladas de bloques se comenzarán por el paramento y se terminarán por el reverso del muro.

Al reanudarse el trabajo se regará abundantemente la fábrica antigua, se barrera y se sustituirá empleando mortero nuevo, todo bloque deteriorado. En los paños grandes se dispondrán armaduras o zunchos embebidos en el muro, que se anclarán a la estructura.

5.28.6.2 Guarnecido y tendido de yeso

El guarnecido se efectuará con yeso armado, que se extenderá mediante llama sobre paramentos previamente humedecidos y limpios de polvo y resaltes que impidan la adherencia del yeso.

Todo el tendido de yeso, se hará con maestras colocadas a distancia menor de ochenta (80) centímetros, realizándose con dobles maestras los tendidos en ángulo, alféizares, mochetas, etc.

En aquellas superficies donde se pretenda dejar un acabado fino, se utilizará en la terminación yeso negro de la mejor calidad suprimiendo el tendido de yeso blanco. Si fuera necesario realizar ese tendido, la superficie del guarnecido llevará el correspondiente ranurado para asegurar el enlace entre ambas capas. En las zonas del edificio en que van a ir empotradas las instalaciones eléctricas o de agua, se efectuará su replanteo sobre fábrica de ladrillo, o en su defecto en la superficie recién guarnecida,

realizando a continuación las zonas necesarias. Efectuadas las instalaciones se reproducirá la capa de guarnecido, esperando su secado para tender el yeso blanco.

En tendido se realizará con yeso blanco amasado, extendiéndolo con llana. Deberá quedar perfectamente plano, con aristas vistas y rectas sin formar rebabas en los empalmes. Todas las aristas deberán ir protegidas por resguardos metálicos, salvo indicación en contrario.

5.28.6.3 Enfoscados

Los enfoscados de cementos se harán con mortero N° 3, en interiores y mortero N° 4 en exteriores.

Antes de extender el mortero se preparará el paramento sobre el cual hay que aplicarse, rascando los puntos convenientemente para mejorar el agarre. En todos los casos se limpiará bien el polvo del paramento y se lavará después debiendo estar húmeda la superficie de la fábrica antes de tender el mortero.

El mortero se aplicará con fuerza sobre el paramento por medio de la llana, extendiéndose uniformemente de modo que forme una superficie continua sin ondulaciones.

La superficie de los enfoscados deberá quedar rugosa. Si la superficie hubiera de tener un acabado bruñido se dará una segunda capa de mortero fina a la llana, terminando bien el bruñido después del fraguado.

Los enfoscados se humedecerán diariamente después de terminados, durante veinticuatro (24) horas, prolongando ese tiempo si las condiciones de temperaturas así lo requieren a juicio de la Dirección de la Obra.

5.28.6.4 Asiento y recibo de cercos

Los cercos se sentarán dejándolos perfectamente a plomo, línea y nivel.

En los tabiques sencillos el cerco tendrá el espesor del muro, enrasado con éste por las dos caras.

Los cercos o marcos de maderas de puertas y ventanas se recibirán con yeso en los muros, clavándolos o uniéndolos por medio de espigas roscadas y empernadas, a los muros, introducidos en su espesor a los pies derechos intermedios.

Para evitar la quiebra que suelen producir los nudillos de madera, a ser posible, se ejecutará la sujeción de los cercos por medio de escarpías hechizas, uno de cuyos extremos en forma de paletón, irá atornillado al cerco, y el otro extremo estará empernado para ser recibido en fábrica.

Estas escarpías tendrán de diez (10) a veinte (20) centímetros de longitud, o irán espaciadas de cincuenta (50) en cincuenta (50) centímetros como máximo.

5.28.7 Pavimentos, solados, revestimientos y fachadas

5.28.7.1 Condiciones generales de ejecución de las unidades de obra

Para todo lo referente a la ejecución de obras, tolerancias de la superficie acabada, limitaciones de la ejecución y equipo necesario para ésta, de las sub-bases, bases, capas de rodadura con riegos asfálticos y mezclas bituminosas, bases y pavimentos de hormigón, pavimentos de adoquín y colocación de bordillos, se seguirán las indicaciones dadas para cada una de ellas en los Capítulos correspondientes del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento, así como las que a continuación se citan en el presente pliego.

5.28.7.2 Sub-base para firmes de carreteras

5.28.7.2.1 Definición

Se considera como sub-base la capa firme situada inmediatamente debajo de la base.

5.28.7.2.2 Condiciones de realización

Antes de la formación de la sub-base, se comprobará que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la debida densidad y las rasantes indicadas en los planos.

La sub-base tendrá el espesor que marquen los planos. Para comprobar que la densidad de la sub-base es la exigida, la Dirección de la Obra ordenará la realización de los ensayos que considere necesarios, nunca inferiores a un ensayo por cada 50 metros cúbicos de sub-base.

5.28.7.3 Base granular para firmes de carreteras

5.28.7.3.1 Definición y clasificación

Se considera como base la capa del firme situada inmediatamente debajo del pavimento.

Podrá ser de zahorra artificial o de macadam. La primera es aquella en la cual la granulometría del conjunto es de tipo continuo. En el segundo caso la granulometría es discontinua y es preciso un posterior recebo con árido fino.

5.28.7.3.2 Condiciones de realización

Antes de la formación de la base se comprobará que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los planos.

La base tendrá el espesor indicado en los planos. Una vez que el árido grueso haya sido extendido y compactado, se procederá al relleno de sus huecos con el material aceptado como recebo.

La Dirección de la Obra efectuará por lo menos un ensayo cada 50 metros cúbicos de piedra para comprobar si tiene las características que exigen de tamaños y otro cada 50 metros de firme para comprobar su espesor y compactación.

5.28.7.4 Capa de rodadura con riego asfáltico

Se considera como capa de rodadura con riegos asfálticos, aquella compuesta de un riego de imprimación y un doble o triple tratamiento superficial posterior.

El riego de imprimación está constituido por una aplicación de ligante bituminoso sobre una capa granular, en la que penetra por capilaridad.

El tratamiento superficial está constituido por la aplicación de dos o tres tratamientos simples, consistentes cada uno de ellos en la aplicación de un ligante bituminoso sobre la superficie, seguido de la extensión y compactación de una capa de árido. El segundo tratamiento simple se realizará con un árido de tamaño inferior al empleado en el primer tratamiento.

El tercer tratamiento se realizará con fin a reparar de los pequeños desperfectos que haya podido ocasionarse. El árido será igual o menor que el empleado en el segundo tratamiento.

5.28.7.5 Solado de terrazo

Las baldosas deberán permanecer sumergidas en agua durante 1 hora antes de su colocación.

Se asentarán sobre una capa de mortero número 1 vertido sobre otra de arena bien igualada, cuidando de que el material de agarre forme una superficie continua y que las juntas entre baldosas estén perfectamente a hueco.

Una vez formado el pavimento se verterá en las juntas de las baldosas una pasta formada con igual material que la baldosa; para su rejuntado, y una vez endurecida, se procederá a dar al pavimento el grado de terminación previsto en los planos, el cual consistirá siempre que no se indique lo contrario, en las siguientes opciones: desbastado, pulido y abrillantado.

5.28.7.6 Alicatado de azulejos

El alicatado estará compuesto por piezas lisas y las correspondientes especiales con terminación de canto romo; se asentarán de forma que la superficie quede tersa y unida a junta corrida, formando éstas una línea perfectamente recta.

Los azulejos, previamente embebidos en agua, se asentarán con mortero de cemento o con pastas especiales que deberán ser sometidas a la aprobación de la Dirección de Obra, cuidando especialmente que el relleno entre el paramento soporte y la baldosa sea total, y efectuándose el rejuntado final con cemento blanco. Se tomarán las

precauciones necesarias para que los cortes de las esquinas sean los mínimos posibles, para lo cual los replanteos se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

5.28.7.7 Aceras

Las dimensiones, materiales, y disposición de las aceras serán las que se indiquen en los planos o fije la Dirección de Obra.

En general, se formarán excavando la caja correspondiente en la explanación terminada, y en ella se construirá una solera de hormigón del Tipo II, de 10 centímetros de espesor sobre la que se colocará pavimento de baldosa hidráulica.

5.28.8 Pinturas

5.28.8.1 Pinturas sobre guarnecidos en interiores

5.28.8.1.1 Condiciones generales

Todas las superficies sobre las que haya de aplicarse pintura deberán estar limpias de polvo, grasas, etc., y perfectamente secas.

5.28.8.1.2 Pinturas al óleo

Se empezará por aplicar una mano de imprimación que se dará a base de aceite si se va a pintar sobre morteros de cemento, aceite de linaza si se ha de hacer sobre madera, y con minio o un preparado especial admitido por la Dirección de Obra, sobre superficies metálicas.

Una vez seca, la mano de imprimación se lijará cuidadosamente, y bien limpia de polvo se procederá a efectuar un mástic aprobado previamente por la Dirección de Obra, tapándose con él todos los huecos y desigualdades de la superficie a pintar.

5.28.8.1.3 Pinturas plásticas

Se aplicará siempre dos manos, extendiendo la segunda en dirección normal a la primera cuando se pinte con brocha. Antes de aplicar la pintura se imprimará la superficie con imprimación plástica normal o especial para exteriores, efectuando posteriormente un plastecido, en caso de no aplicarse sobre enfoscado de cemento. La segunda mano de pintura se dará con un rodillo.

5.28.8.2 Pinturas sobre paramentos enfoscados o de hormigón

Se aplicará lo indicado en el epígrafe anterior, de pinturas sobre guarnecidos en interiores.

5.28.8.3 Pinturas sobre carpinterías de madera

5.28.8.3.1 Condiciones generales

Además de lo indicado en el epígrafe de pinturas sobre guarnecidos en interiores, las superficies de madera, una vez limpias, se lijarán, emplastecerán y se volverán a lijar para igualar la superficie.

5.28.8.3.2 Pintura al esmalte o barniz

Se darán las primeras manos diluidas en aguarrás y en la última sólo barniz. Se lijará cada mano con un papel de lija muy fino antes de aplicar las siguientes.

5.28.8.3.3 Pintura plástica

Se aplicará lo indicado acerca de pinturas sobre guarnecidos en interiores.

5.28.8.4 Pinturas sobre superficies metálicas

5.28.8.4.1 Imprimación

Además de lo indicado en el apartado de condiciones generales de pinturas sobre guarnecidos en interiores, las superficies metálicas se lijarán perfectamente o, preferentemente, se tratarán con chorro de arena.

Se aplicará el minio a brocha en dos manos, dejando transcurrir entre una y otra un mínimo de 24 horas. Una vez que la segunda capa esté totalmente seca, se procederá a un tendido completo de aparejo, para plastecido de las superficies, con su correspondiente lijado al agua.

5.28.8.4.2 Pinturas al esmalte sobre superficies metálicas

El esmalte se aplicará sobre la superficie ya imprimada y se hará con tres manos, dejando transcurrir entre cada una de ellas un mínimo de 24 horas.

5.28.9 Pilotes prefabricados

Los pilotes prefabricados se hincarán en el terreno mediante la maquinaria adecuada de forma que no se produzcan daños en los pilotes ni desvíos en su posición.

Mediante la fórmula que determine la Dirección de Obra, como más adecuada al tipo de pilote que se disponga, se establecerá el rechazo, exigible para finalización de la hinca, que corresponde a la carga portante prevista en el Proyecto, teniendo en cuenta la suma de la carga bajo cimentación más la debida al rozamiento negativo, en su caso.

5.29 Medición y abono de las obras

5.29.1 Generalidades

Las unidades se medirán conforme se especifica en los artículos siguientes, para proceder a su abono en correspondencia con la definición de cada precio.

En los precios irán comprendidos, salvo indicación en contrario, todos los materiales, su transporte, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad con arreglo a las prescripciones de este pliego, y a las de la buena construcción, así como los transportes de los materiales de excavación y demoliciones hasta los lugares designados por la Dirección de Obra.

Queda asimismo comprendido en estos precios el importe de:

- Los salarios de todo el personal empleado en la ejecución de las obras, sea cual fuere su lugar de trabajo, así como las cargas que lleven consigo.
- Los gastos de ensayos de materiales.
- Los gastos generales y beneficio industrial del contratista.
- Todos los impuestos en vigor que puedan gravar la obra.

Esta relación es meramente indicativa, y nunca se considerará limitativa.

5.29.2 Movimiento de tierras

5.29.2.1 Medición de las excavaciones

Las excavaciones se medirán deduciendo su volumen de las líneas de excavación teóricas de los planos o de las que hayan ordenado la Dirección de Obra, a partir de los perfiles reales del terreno. Por todas las excavaciones se considerarán los taludes verticales, a no ser que se indique otra cosa en los planos.

5.29.2.2 Aplicación de los precios

Las excavaciones que hayan de realizarse a partir de las plataformas obtenidas en los desmontes previos, se medirán contando su profundidad desde la cota que posean dichas plataformas a la terminación del desmonte

No serán abonables los excesos de excavación que se realicen por conveniencia del Contratista o por causas ajenas a la Dirección de Obra, como pueden ser los desprendimientos producidos por negligencia o por falta de entibación.

Están incluidos en los precios de las excavaciones, aunque no figuren en la descripción que de ellos se hace en el cuadro de precios, el establecimiento de barandillas o de cualquier otro medio de seguridad, la instalación de señales de peligro, el transporte de materiales a vertedero desde una distancia máxima de 1000 m. contada por trayecto accesible más corto, la mano de obra, así como otro medio auxiliar preciso para su realización.

5.29.2.3 Excavación de desmonte

Se medirá en metros cúbicos realmente excavados entre el perfil natural del terreno y las superficies de explanación y taludes marcadas en los planos. Para su

determinación se levantarán perfiles del terreno antes de excavar a una distancia mínima entre ellos de 5 m, según la dirección de la menor dimensión en planta.

5.29.2.4 Excavación para cimientos

Se medirán según las líneas de excavación de los planos y correspondiendo a la Dirección de Obra su clasificación como vaciados, fosos, zanjas o pozos, la calificación del terreno y la determinación del precio a aplicar en cada caso.

Los sobreanchos necesarios para encofrados, si fuesen necesarios, serán fijados por la Dirección de Obra.

5.29.2.5 Formación de terraplenes

Se medirán por metros cúbicos, deduciendo el volumen de las secciones tipo teóricas y el terreno natural, por perfiles transversales equidistantes como mínimo de 5m.

El precio incluye el extendido y compactado, así como la humectación y las obras auxiliares que resulten precisas.

Los materiales no están incluidos en esta unidad de obra, y procederán de las excavaciones de la propia obra. Si fuese necesario recurrir a préstamos, la excavación se abonará al precio correspondiente, siendo preceptiva la aprobación de la Dirección de Obra del Préstamo escogido.

5.29.3 Hormigones y morteros

5.29.3.1 Condiciones generales

En los hormigones se medirán por separado las siguientes partidas:

- El hormigón por su volumen en metros cúbicos.
- El encofrado por su superficie en metros cuadrados.
- En los armados, el peso del acero de sus armaduras en kilogramos.

Los precios de las diferentes clases de hormigones comprenden todas las operaciones necesarias para la fabricación, transporte y puesta en obra del hormigón, costo de las instalaciones de hormigonado, áridos, agua, energía eléctrica o cualquier clase de combustible necesario, y el cemento.

Los aditivos se abonarán por separado, según la dosificación en la que intervenga cada uno de los hormigones.

Los elementos de estructura cuyos ensayos de control den resistencias características comprendidas entre el 80% y 100% de las exigidas se someterán a los ensayos de información y pruebas de carga que la Dirección de Obra prescriba, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos que la realización de tales ensayos y pruebas

impliquen, incluso los de cálculo de deformaciones y establecimiento de zonas a cargar para las pruebas.

5.29.3.2 Penalizaciones

Independientemente del abono de los gastos que los ensayos de información y pruebas de carga originen, y si los resultados de unos y de otros son positivos, los precios de los encofrados, cemento, armaduras, hormigones y cuantos materiales formen el elemento de estructura cuya resistencia no alcanza la exigida, pero es superior a su 80%, serán los siguientes, en función del porcentaje de resistencia alcanzado:

Porcentaje	Penalización
• Entre 95% y 100%	5%
• Entre 90% y 95%	10%
• Entre 85% y 90%	15%
• Entre 80% y 85%	20%

Los porcentajes de resistencia corresponden a los resultados de los ensayos de información.

El informe de estas penalizaciones se descontará en las certificaciones correspondientes y en la liquidación final, quedando en poder del propietario en concepto de indemnización por falta de resistencia.

Cuando la resistencia característica no alcance el 80% de la exigida, se considerará "obra defectuosa". La eventual reconstrucción deberá cumplir las mismas condiciones que el elemento inicial. Las demoliciones y reconstrucciones afectarán no sólo al elemento de estructura implicado, sino también a los inmediatos que le sirven de alcance con el resto de la estructura, en la extensión y condiciones que la Dirección de Obra determine.

5.29.3.3 Hormigón de limpieza

El hormigón de limpieza se medirá por su volumen real en metros cúbicos, salvo que por estar perfectamente definido en los planos, pueda optarse por medirlo por su volumen teórico.

5.29.3.4 Hormigón en masa

En los hormigones en masa y moldeados se medirán separadamente los hormigones por su volumen real en metros cúbicos y en encofrado por su superficie en metros cuadrados.

5.29.3.5 Hormigón armado

Se medirán por metros cúbicos con arreglo a las secciones y longitudes de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra.

5.29.4 Carpintería de armar

5.29.4.1 Encofrados

Los encofrados se medirán por metro cuadrado de su superficie realmente encofrada.

En el precio se considerará incluido el coste de todos los materiales, mano de obra y medios auxiliares para el montaje, sustentación y desmontaje de los encofrados, incluso el del alambre de atar que sea necesario utilizar y las cimbras o andamios necesarios.

5.29.5 Aceros

5.29.5.1 Armaduras de acero para hormigón armado

En el precio irán incluidos, además del propio material, la carga, descarga, transporte, almacenamiento, el material de atado, y los puentes "borriquetas", o dispositivos similares para la sujeción de armaduras.

El acero en redondos para hormigón según los siguientes descompuestos:

- a) Longitud teórica de las barras en los planos de ejecución.
- b) Longitud teórica de los solapes que se hayan ejecutado en obra.
- c) Un 7% de la suma de las partidas a) y b) en concepto de recortes.

En el caso de que exista dificultad para medir las longitudes correspondientes a la partida b), se valorarán estas en un 5% de la partida a).

La suma de las partidas a), b) y c) darán la longitud total de las barras, con la cual, y utilizando las tablas de pesos teóricos de redondos, se obtendrá el peso en kilogramos de las armaduras.

5.29.5.2 Barandillas

Las barandillas se medirán y valorarán por kilogramos, abonándose aparte la pintura.

En el precio se considerarán incluidos todos los materiales, operaciones y mano de obra necesaria para realizarlas, incluso la sujeción definitiva a los forjados y la terminación de estos sobre los soldados y cantoneras.

5.29.6 Albañilería

5.29.6.1 Tabiquería

La tabiquería se medirá y abonará por superficie, según la unidad que figure en el cuadro de precios y atendiendo a las medidas de los planos de obra y a las ordenadas por la dirección de la misma.

Se medirán descontando huecos siempre que estos tengan una superficie superior al 5% del total de un mismo paño.

No serán de abono los excesos de obra que ejecute el Contratista sobre los correspondientes a los planos por error, conveniencia o cualquier causa no imputable al Propietario.

Los precios comprenden todos los materiales, operaciones, transportes, instalaciones auxiliares, etc. necesarias para completar la ejecución de según prescripciones de este Pliego, incluso el mortero de asiento.

5.29.6.2 Fábrica de bloque de hormigón

Se medirán por metros cuadrados según el espesor que figuren en el cuadro de precios aplicándose respecto a descuento de huecos y exceso de obra lo indicado en el apartado de tabiquería.

5.29.6.3 Guarnecido y tendido de yeso

Se medirán por metros cuadrados de superficie total realmente ejecutada y medida según el paramento de la fábrica terminada, esto es, incluyendo el propio grueso del revestimiento y descontando los huecos, pero midiendo mochetas y dinteles.

El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para ejecutarla perfectamente.

5.29.6.4 Enfoscados

Se medirá y abonará por metros cuadrados de superficie total realmente ejecutada y medida según el paramento de fábrica terminada, esto es, incluyendo el propio grueso de revestimiento y descontando huecos, pero midiendo mochetas y dinteles.

En fachadas se medirán y abonarán independientemente el enfoscado y el revoco ejecutado sobre éste, sin que pueda admitirse otra descomposición de precios en las fachadas que la suma del precio del enfoscado base más el revoco del tipo determinado en cada caso.

El precio de cada unidad de obra comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para ejecutarla perfectamente.

5.29.6.5 Peldaños, vierteaguas, albardillas y batientes

Se medirán y abonarán por metro lineal según las dimensiones que señalen los planos correspondientes.

En el precio están incluidos todas las operaciones, mano de obra, maquinaria auxiliar y materiales, incluido el mortero de cemento preciso para su colocación.

5.29.7 Forjados

5.29.7.1 Sistemas completos de forjados

Los forjados se medirán y abonarán por metros cuadrados de superficie vista de forjado, por su cara superior.

En el precio se considerarán incluidos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares para realizar totalmente la unidad, así como las entregas y apoyos en muros en vigas, el encofrado y cimbras, los ensayos, pruebas etc.

5.29.8 Gravas

5.29.8.1 Capas filtrantes

La piedra partida utilizada para la formación de zanjas filtrantes se medirá y abonará por su volumen teórico, deducido de las secciones tipo de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra. Se descontará el volumen ocupado por las tuberías, caso de haberlas.

5.29.9 Carpintería de taller

5.29.9.1 Carpintería de huecos

La carpintería de cualquier material se medirá y abonará por la superficie del hueco en metros cuadrados, aplicándose el precio correspondiente a cada tipo de obra que figure en el Presupuesto.

En el precio se incluyen los materiales, fabricación, transporte, herrajes de colgar, etc., abonándose aparte el recibo de cercos.

En la carpintería metálica quedan incluidos todos los materiales necesarios para su colocación y sujeción, salvo, en su caso, los palastros de sujeción a las estructuras de hormigón, cuya preparación se abonará aparte. Para terminar el precio que debe aplicarse, con arreglo a la proporción de superficie practicable, en relación a la total, se considerará como tal la superficie de carpintería sin interrumpir por fábricas o elementos estructurales.

5.29.10 *Tuberías*

Se entiende por metro lineal de tubería de cualquier material y de diversos tipos y diámetros, la longitud correspondiente a estas unidades de obra, completamente colocada y probada de acuerdo con las condiciones del presente Pliego, medida en proyección horizontal conforme al Plano longitudinal correspondiente.

Se abonará por metro lineal de tubería colocada y probada satisfactoriamente, a los precios del Presupuesto, estando incluido en dichos precios la adquisición del material, su transporte a obra, su colocación, juntas, pruebas y parte proporcional de las piezas especiales estandarizadas o de taller, necesarias para el montaje de totalidad de la red y de los manguitos de giro precisos.

El contratista adoptará las medidas necesarias encaminadas a evitar la flotación y movimiento de los tubos en la zanja con anterioridad al relleno de la misma. Cualquier avería originada por este motivo deberá ser reparada por el Contratista y no será de abono por parte de la parte contratante.

5.29.11 *Pavimentos, solados, revestimientos y fachada*

5.29.11.1 *Sub-base para firmes de carretera*

La sub-base se abonará por su volumen teórico, una vez efectuada la compactación. Para efectuar esta medición deberán observarse exactamente las indicaciones dadas por la Dirección de Obra, dejando testigos o señales que marquen los cambios de espesor en la capa de la sub-base.

En el precio están incluidos todas las operaciones, materiales, mano de obra y maquinaria auxiliar, etc., necesarios para efectuar la sub-base, incluso la preparación y selección de los terrenos que han de utilizarse en su formación.

5.29.11.2 *Base regular para firmes de carretera*

La base granular para firmes se medirá y abonará por su volumen teórico deducido de las secciones tipo de los planos o de las órdenes dadas por la Dirección de Obra.

En el precio se consideran incluidos todos los materiales, operaciones y mano de obra necesarias para dejarlo completamente compactado.

Separadamente se medirá y abonará, por el volumen real empleado por metro cuadrado la gravilla utilizada para el recebo.

5.29.11.3 *Capa de rodadura de riegos asfálticos*

Los riegos, se medirán y abonarán por la superficie regada, deducida de los, datos correspondientes a la sección teórica de los planos o de los que hayan ordenado la Dirección de Obra.

Si efectuadas las pruebas necesarias, resultara la conveniencia de variar la cantidad de ligante utilizado, tanto en el riego de imprimación como en el tratamiento superficial, quedarán automáticamente modificados los precios, según la relación en que se haya alterado las cantidades de ligante.

Si fuera preciso añadir a los riegos algún activante al ligante, el precio de los mismos quedará aumentado en el coste del activante a pie de obra, con exclusión de cualquier otra cantidad.

En el precio se considerarán incluidos todas las operaciones, materiales, mano de obra y maquinaria auxiliar, etc., necesarios para realizar totalmente la unidad de obra.

5.29.11.4 *Colocación de bordillos*

El bordillo se medirá y abonará por metro lineal, abonándose la colocación del bordillo, su cimentación y la excavación necesaria para realizarlo.

Se considera incluido en el precio de colocación, el mortero de agarre y rejuntado y el cemento necesario para ello.

5.29.11.5 *Solado de baldosa hidráulica*

Se medirá y abonará por metro cuadrado de superficie realmente ejecutada.

Se consideran incluidos en el precio, los materiales, mano de obra y operaciones necesarias para colocar las piezas, incluso el rejuntado con pasta de color y todas las operaciones necesarias para obtener el grado de terminación final que se haya previsto en el Proyecto.

Dado que en las edificaciones industriales existen zonas con gran número de bancadas, zanjas y otros obstáculos, que dan lugar a una dificultad especial en la colocación del solado y aumentar el número de recortes, el Contratista deberá prever esta circunstancia al fijar su precio, ya que no se admitirán incrementos del mismo motivados por las citadas causas.

5.29.11.6 *Solado de terrazo*

Se medirá y abonará por metros cuadrados colocados, incluyendo en el precio el pulido final del pavimento y todas las operaciones necesarias para obtener el grado de terminación final que se hayan previsto en el Proyecto.

5.29.11.7 Alicatado de azulejos

Los alicatados se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie realizada.

En el precio se considera incluido el coste de todos los materiales, mano de obra, aristado, preparación de superficies, pasta de agarre, rejuntado, piezas especiales y todas las operaciones necesarias para realizar la unidad, incluido el andamiaje y el cemento de mortero de agarre.

5.29.12 Pinturas

5.29.12.1 Pinturas sobre paramentos y carpintería

La pintura se medirá y abonará por metro cuadrado de superficie pintada, en el caso de paramentos, muros, tabiques, techos y estructuras de hormigón.

El precio incluye el costo de todos los materiales, incluso imprimación, mano de obra y operaciones necesarias para su buen acabado, así como la preparación y la limpieza de superficies, plastecidos, lijados, etc.

5.29.13 Pilotes prefabricados

Se abonarán por metro lineal de tramos completos suministrados a pie de obra, necesarios para la hinca del pilote hasta la profundidad indicada por la Dirección de Obra, incluida parte proporcional de junta y descabezado hasta cota inferior de encepados.

5.30 Pliego de condiciones económicas

5.30.1 Alcance

El alcance del Pliego de Condiciones Económicas es el recogido en los siguientes puntos:

- Todos los documentos, requisiciones, fichas técnicas, especificaciones, planos, condiciones particulares, etc., adjuntos al Pedido, forman parte integrante del mismo.
- Las prestaciones específicas en el pedido no se considerarán realizadas, ni serán aceptadas hasta que se entiendan cumplidas totalmente con arreglo a lo convenido.
- En su caso, cuando algún detalle de los indicados en los planos fuera omitido en la especificación correspondiente o viceversa, el proveedor deberá salvar esta omisión, sin que pueda pretender elevar el nivel del precio convenido, siempre y cuando haya referido expresamente su oferta a dichos documentos.

5.30.2 Ejecución

El pedido se convertirá automáticamente en contrato en el momento en que llegue al poder del cliente la copia del mismo con la marca "Aceptación de Pedido" firmada por el proveedor.

El proveedor acepta que el pedido contiene el convenio definitivo entre el comprador y proveedor y que no existe ningún otro tipo de convenio que modifique los términos, condiciones o especificaciones del pedido, a menos que se haya realizado ulteriormente por escrito y aceptado por ambas partes.

El proveedor devolverá la copia con la marca "Aceptación de Pedido" antes de transcurridos diez días de la fecha de emisión del mismo. El comienzo de la ejecución del pedido sin cumplir este requisito implica la aceptación sin reservas de todas las estipulaciones del mismo.

Todos los términos, condiciones y especificaciones incluidos o adjuntos a la oferta del proveedor, así como la correspondencia relacionada con la misma a la que no se haga referencia expresa en el pedido, se considerarán anulados. La mera cita de la oferta en el pedido o documentos anexos no modifica esta cláusula.

No se aceptarán Condiciones Generales de Venta que estén en contradicción con cualquiera de las establecidas en este documento, por lo que el proveedor dará absoluta prioridad a estas condiciones generales de compra y nunca a las condiciones generales de venta, salvo que sean negociadas previamente.

5.30.3 Precio de las obras

Será de cuenta del contratista el pago de jornales, herramientas y útiles; o sea, de todos los gastos que se originen hasta la completa terminación y entrega de las obras.

No habrá alteración en la cantidad estipulada, como ajuste de las obras, aunque en el curso de las mismas sufran alteración los precios de los materiales o jornales, siempre que por disposición oficial no presente un exceso mayor del 5% del importe total de la obra pendiente de realizar en dicha fecha.

5.30.4 Precios extra

A menos que el pedido indique otra cosa, los precios serán totales, fijos y no sujetos a revisión.

No se admitirán aumentos de precio sobre los indicados en el pedido, a no ser que estén autorizados por escrito mediante los correspondientes suplementos del pedido, ni aún en el supuesto de que se fijase su revisión de forma legal, por norma de dicho carácter.

A no ser que el pedido indique otra cosa, los precios se entenderán con la mercancía puesta en obra.

No se admitirán precios extras por embalaje, bobinas, cajas, jaulas, acondicionamiento del medio de transporte o carretaje que no estén indicados en el pedido.

El proveedor será responsable de los gastos originados por la paralización de vehículos siempre que el motivo no sea imputable al comprador o contratista.

5.30.5 Obras de mejora o ampliación

Si en virtud de disposición superior se introdujesen mejoras en las obras, sin aumentar la cantidad del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarlas con la baja proporcional si la hubiese al adjudicarse la subasta.

Si la ampliación o las mejoras representasen una modificación de las obras, el contratista quedará asimismo obligado a su ejecución siempre que la variación se ordene por escrito y vaya con el visto bueno del Ingeniero Director.

5.30.6 Distribución de documentos

El proveedor deberá entregar la documentación técnica conforme se indique en las instrucciones de envío de documentación.

La tramitación de facturas y documentos se ajustará estrictamente a las "Instrucciones de Embalajes, Marcado, Envío y Facturación".

5.30.7 Baja en subasta de concurso

De existir ésta, deberá el contratista discriminarla plenamente en cada uno de los precios descompuestos y en la memoria que deberá presentar como justificación de la misma.

5.30.8 Medición y valoración de obras

La medición y valoración de las obras ya se ha descrito de manera particular para cada uno de los distintos materiales y unidades de obra en anteriores apartados del Pliego de Condiciones, por lo que para más información se tendrá que remitir a ellos.

5.30.8.1 Elementos comprendidos en los precios del presupuesto

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de elevación y transporte de material y los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, y otros que como las indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto con que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Autonomía o Municipio.

Por esta razón no abonarán al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

5.30.8.2 Valoración de las unidades no expresadas en este pliego

Las medidas parciales se verificarán en presencia del contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes.

La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del contratista.

En el acta que se extienda debe haberse verificado la medición, y en los documentos que la acompañen deberá aparecer la conformidad del contratista o su representación legal.

En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obligan.

5.30.9 Equivocación en el presupuesto

Se supone que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores y equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios.

De modo que si la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior se descontará del presupuesto.

5.30.10 Valoración de obras completas

Cuando por consecuencia de rescisión u otras no fuera necesario valorar las obras completas, se aplicarán los precios del Presupuesto sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola de forma distinta a la establecida en los cuadros de comprobación de precios.

5.30.11 Precio contradictorio

Si ocurriera algún caso excepcional o imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la entidad propietaria y el contratista, estos precios deberán fijarse por el Ingeniero Director de Obra, antes de que la obra se haya ejecutado.

Pero si por cualquier circunstancia, la obra hubiese sido ejecutada ya, se entiende que el contratista acepta los precios fijados por el Ingeniero Director.

5.30.12 *Relaciones valoradas*

El Ingeniero Director de las obras formará una relación valorada de los trabajos ejecutados, sujeto a los precios del presupuesto.

El contratista presenciara las obras de medición para extender esta relación y tendrá un plazo de diez días para examinarla, debiendo dar su conformidad dentro de este plazo o hacer, en caso contrario, las reclamaciones que considere oportunas.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que un carácter provisional y no supone aprobación de las obras en ellas comprendidas.

5.30.13 *Reclamaciones del contratista*

El Ingeniero Director de las obras remitirá, con la oportuna certificación, las relaciones valoradas de que se trató en el apartado anterior con las que hubiese hecho el contratista reclamación, acompañando un informe acerca de éstas.

La Propiedad aceptará o rechazará dichas reclamaciones, según estime pertinente en justicia y tras haber reconocido las obras si así lo aconsejase la importancia del caso.

Contra esta resolución no cabe reclamación alguna.

5.30.14 *Liquidación y abono de las obras*

5.30.14.1 *Carácter provisional de las liquidaciones parciales*

Las liquidaciones parciales tienen el carácter de documentos provisionales, sujetos a las certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación o recepción de las obras que comprenden.

La propiedad se reservará en todo momento, y especialmente al hacer efectivas dichas liquidaciones parciales, el derecho a comprobar si el contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra.

A este efecto, el contratista presentará todos los comprobantes que se le exijan.

5.30.14.2 *Liquidación final*

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación final que incluirá el importe de las unidades de la obra realizada y de la que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas con sus precios por la Dirección Técnica.

De ninguna manera tendrá derecho el contratista a formular reclamación por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito por la entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director de las obras.

5.30.15 *Plazo de entrega*

El plazo de entrega que se establece en el pedido será firme y tendrá la consideración de elevarse a elemento causal del contrato. No se admitirán modificaciones en dicho plazo de entrega a menos que el comprador lo haya aceptado específicamente por escrito mediante el correspondiente suplemento de pedido.

No se aceptarán retrasos debido a condiciones extremas de cualquier naturaleza. No se podrán alegar condiciones adversas como justificación de retrasos en la ejecución del contrato a no ser que estén incluidas en las causas de fuerza mayor que se relacionan en el apartado correspondiente.

5.30.15.1 *Plazo de ejecución*

El contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro del plazo indicado en la oferta de la firma adjudicataria, contado a partir de la fecha de adjudicación de las obras definitivas.

En caso de incumplimiento incurrirá en las siguientes sanciones:

- Respecto al plazo final: El dos por mil del importe del presupuesto total ofertado, por cada día de retraso laborable a contar desde la fecha de finalización del plazo asignado a la obra.
- Respecto a los plazos parciales: El uno por mil del importe del presupuesto total ofertado por cada día de retraso laborable sobre la planificación prevista, en cada una de sus fases.

La estimación de las sanciones por retrasos indefinidos o rendimiento inferior a lo pactado será competencia del Ingeniero Director de la obra, que sin ulterior recurso fallará en cualquier caso de desavenencia de estimaciones con las facultades procesales del árbitro.

En toda certificación se consigna, mediante la pertinente diligencia, el total importe que en su caso deba deducirse en concepto de sanción por cada día de retraso en el cumplimiento de los plazos fijados.

El importe de las sanciones será recuperable en cada certificación en caso de cumplimiento posterior al ritmo previsto.

5.30.15.2 *Recepción provisional*

Al vencimiento del plazo de ejecución, o antes si hubiesen terminado las obras tendrá lugar la Recepción Provisional de las mismas.

Esta recepción se hará por el representante del cliente y en presencia del mismo.

Después de practicar un exhaustivo reconocimiento y si la obra estuviese conforme con todas las condiciones de este pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificativos de la liquidación final.

Una de estas actas quedará en poder del cliente y otra se entregará al proveedor.

5.30.15.3 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de 12 meses contados a partir de la fecha en que la recepción provisional queda hecha. Durante este periodo el cliente podrá hacer uso del equipo

5.30.15.4 Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía se verificará la recepción definitiva con las mismas personas y en las mismas condiciones que en la provisional.

Si las obras están en perfectas condiciones, el proveedor quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que a juicio del cliente y dentro del plazo que se marque queden las obras del modo y forma que determina este Pliego de Condiciones.

Si tras nuevo reconocimiento resultase que el proveedor no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata, con pérdida de la fianza, a no ser que el cliente crea conveniente conceder un nuevo plazo.

5.30.15.5 Fianza

El proveedor deberá constituir una fianza compuesta de las siguientes partidas:

- Un 5% del presupuesto ofertado, que se constituirá por aval bancario, en el término de 15 días a partir de la fecha de adjudicación.
- Un 5% del presupuesto total, por el descuento y retención personal de cada una de las certificaciones de obra.

5.30.15.6 Devolución de fianza

Aprobada la recepción y liquidación definitiva, se devolverá la fianza al proveedor después de haber acreditado en la forma que se establezca que no existe reclamación contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta por deudas de jornales o materiales, o por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo o por cualquier otra causa.

5.30.16 Fuerza mayor

Cualquier retraso o incumplimiento de una de las partes no constituirá falta de incumplimiento del pedido, ni dará lugar a reclamaciones, siempre que tal retraso o cumplimiento sea originado por circunstancias que escapen al control de la parte en cuestión e impidan el desarrollo de los trabajos incluyendo, sin que esta enumeración suponga limitación, las hostilidades bélicas, invasión, actos enemigos extranjeros, rebelión, revolución, insurrección o ejercicio del poder militar, guerra civil o tumulto (excepto que fuesen los propios empleados del proveedor), expropiaciones o

confiscaciones de las instalaciones o terrenos, cumplimiento de cualquier orden o demanda de las autoridades gubernativas o aquellas intervenciones de las fuerzas de la naturaleza que la previsión y competencia razonables por parte del proveedor no pudiera prever o razonablemente prevenir y en general, cualquier suceso imprevisible o que, siendo previsto, fuera inevitable.

Sin embargo, la fuerza mayor no incluirá los siguientes acontecimientos:

- Entrega tardía de equipos o materiales producida por congestión en la planta de un fabricante o en cualquier otro sitio, un exceso de ventas en el mercado o acontecimientos similares.
- Retraso en el cumplimiento de sus compromisos por un subproveedor, producido por falta de supervisores o mano de obra, ineficiencias o causas similares, a menos que el retraso surja de un acontecimiento de fuerza mayor y esté fuera de control tanto del proveedor como del subproveedor, y sea imposible disponer de una fuente alternativa aceptable de servicios equipos o materiales.

5.30.17 *Rescisión*

5.30.17.1 *Caso de rescisión*

En caso de quiebra o defunción del contratista quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o síndicos de la quiebra, ofrezcan llevarla a cabo, bajo las condiciones estipuladas en la misma.

La Propiedad podrá admitir o desechar el ofrecimiento sin que en último caso tengan aquel derecho a indemnización alguna.

Quedará rescindida la contrata cuando el contratista no cumpliera las obligaciones contraídas en este Pliego.

Se estima como causa de rescisión por culpa del contratista el que éste ceda o traspase el contrato sin permiso de la Propiedad.

También quedará rescindida la contrata si la Propiedad no cumpliera las condiciones consignadas en este Pliego de Condiciones y cuando transcurra el plazo de un mes sin que pueda el contratista comenzar las obras.

5.30.17.2 *Liquidación en casos de rescisión*

Siempre que se rescinda el contrato por causa ajena, a falta de cumplimiento del contratista, se abonarán a éste las obras ejecutadas con arreglo a las condiciones prescritas, todos los materiales a pie de obra pendiente de ejecución, y la cantidad de la obra pendiente de ejecución aplicándose a estos los precios que fije el Ingeniero Director.

Las herramientas, útiles y medios auxiliares de la construcción que se estén empleando en el momento de la rescisión quedarán en la obra hasta la terminación de las

mismas, abonándose al contratista una cantidad fijada de antemano y de común acuerdo, y en caso de no existir éste se someterán a juicio de amigables componedores.

Si el Ingeniero Director estimase oportuno no conservar dichos útiles, serán retirados inmediatamente de la obra.

Cuando la rescisión de la contrata sea por incumplimiento del contratista, se abonará la obra hecha si es de recibo, y los materiales acopiados a pie de obra que reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma, descontándose un quince por ciento en calidad de indemnización por daños y perjuicios, sin que mientras duren estas negociaciones pueda entorpecerse la marcha de los trabajos.

5.30.18 Cesión

El proveedor o podrá asignar o transferir el pedido, no ninguno de sus derechos u obligaciones nacidos del mismo, sin la aprobación previa, por escrito, del comprador.

El proveedor no subcontratará la totalidad o parte del contenido del pedido, ni se asociará a terceros para la ejecución del mismo, sin la plena autorización por escrito del comprador.

La compra de materias primas y elementos estándares o comerciales no se considerará como subcontrato.

5.30.19 Cumplimiento de las leyes

El proveedor garantiza que al cumplimentar el pedido cumplirá con todas las disposiciones gubernamentales aplicables y leyes o reglamentos locales, provinciales, regionales o nacionales.

Antes de la entrega del material, el proveedor proporcionará a su cargo, al comprador, las necesarias autorizaciones gubernamentales o de otras autoridades que fuesen aplicables al material, debiendo eximir al comprador de cualquier responsabilidad o penalidad que pudiera serle impuesta a causa de la violación de las leyes en que incurriese por sí mismo en todo lo relacionado con el pedido.

El proveedor se compromete a cumplir con todas las obligaciones fiscales derivadas del impuesto sobre el rendimiento del trabajo personal en base a su nómina.

El proveedor se compromete a cumplir con la legislación sobre seguros sociales o sobre cualquier gravamen estatal, provincial o local de obligado cumplimiento al respecto.

5.30.20 Garantías

El proveedor garantiza que la totalidad del material suministrado por él o sus proveedores y subcontratistas esté libre de defectos o fallos de diseño, materiales, mano de obra, fabricación o funcionamiento que pudiera surgir bajo uso normal, que sea fabricado de conformidad con las especificaciones, planos normas y demás documentos

técnicos aplicables, y que los trabajos, materiales y equipos son de primera calidad y adecuados para el fin a que se destinan.

El proveedor garantiza que el producto suministrado está libre de defectos en el diseño, en los materiales y en ejecución durante un plazo que durará hasta que se produzca uno de los dos supuestos siguientes:

- El transcurso de un año de funcionamiento continuo del producto suministrado.
- El transcurso de dieciocho meses a partir de la entrega en los almacenes del proveedor.

Esta garantía está también en vigor a favor de los cesionarios del comprador y usuarios del producto.

El proveedor se compromete a sustituir o corregir con prontitud y sin gasto para el comprador todo el material que no cumpla con cualquiera de los requisitos anteriores, previa notificación del comprador.

Si el proveedor repara o reemplaza tales defectos, se aplicará la misma garantía indicada en el párrafo anterior a aquellas partes reparadas o reemplazadas hasta la expiración de un año a partir de la última fecha en que tales reparaciones fueron satisfactoriamente realizadas.

En el caso de que el proveedor no cumpliera su obligación de corregir o sustituir tal como se establece anteriormente, el comprador podrá corregir o sustituir tales materiales y cargar al proveedor los gastos consiguientes, obligando al proveedor a mantener las garantías establecidas.

No excusará al proveedor las obligaciones de la garantía cualquier revisión de los planos, inspección de equipos o participación de los representantes del comprador en las discusiones con el proveedor o los subcontratistas de éste.

El proveedor garantiza que el material está libre de gravámenes y cargas a favor de terceros. El proveedor exonerará e indemnizará al comprador de cualquier gasto, carga o gravamen resultante del incumplimiento de sus obligaciones contractuales con los suministradores, subcontratistas, empleados, representantes o cualquier persona con quien haya contraído un compromiso de cualquier naturaleza.

Como se ha indicado en el apartado referente a Fianza se retendrá el 10% del importe total del pedido. Dicho porcentaje se deducirá de los pagos correspondientes y se pagará a la cumplimentación de todas las garantías, siendo sustituible por aval bancario una vez recibida la totalidad del material.

5.30.21 *Cancelación de la orden de compra*

El comprador, podrá en cualquier momento, ejercitar el derecho a cancelar la orden de compra, mediante notificación por correo certificado al proveedor con 10 días de

antelación a la fecha de cancelación. Al recibo de dicha notificación, el proveedor cancelará inmediatamente los subpedidos de materiales, instalaciones auxiliares y suministros relacionados con la orden de compra y en adelante, sólo hará lo necesario para preservar y proteger el trabajo ya realizado.

El proveedor renuncia a reclamar al comprador daños y/o perjuicios de ninguna índole como consecuencia de la cancelación.

En el caso de la cancelación del pedido, el comprador solamente pagará al proveedor las facturas correspondientes a la parte del trabajo realizado hasta la cancelación, en la medida que éstos trabajos hayan sido efectuados de acuerdo con la orden de compra, deduciendo cualquier pago previo.

El comprador podrá además ejercer el derecho a cancelar la orden de compra cuando el proveedor incumpla cualquier disposición de la misma y/o adjuntos, o se dé alguna de las circunstancias que a título de ejemplo y no de modo limitativo, se relacionan a continuación:

- a) La quiebra o suspensión de pagos del proveedor.
- b) El que no se dé comienzo al trabajo en el plazo señalado en la orden de compra.
- c) El incumplimiento reiterado de las obligaciones frente a terceros y/o cualquier disposición de la orden de compra, que pudiera afectar a su cumplimentación.
- d) El incumplimiento de la legislación vigente que afecte al cumplimiento de la orden de compra.
- e) El incumplimiento reiterado de las instrucciones del comprador y/o representantes.
- f) Negligencia o abandono de la ejecución de la orden de compra.
- g) No emplear para la realización del trabajo el personal y/o los medios necesarios para llevar a buen fin el mismo en los plazos acordados.
- h) Huelgas o cualesquiera otros actos concertados de los trabajadores u otros acontecimientos similares que afecten a la realización de la orden de compra, y que el proveedor no haya prevenido o contrarrestado mediante actuación dirigente.
- i) Cuando la calidad de la ejecución obtenida durante la realización del trabajo no alcance los niveles mínimos especificados en los documentos contractuales.

En caso de cancelación por cualquiera de las causas que se indican en la presente cláusula, a excepción de las que se indican en el apartado h), el comprador podrá optar entre adquirir o no la propiedad de los materiales en el estado en que se encuentren en el momento de la cancelación.

Si el comprador opta por adquirir la propiedad de los materiales en el estado en que se encuentran en el momento de la cancelación, los pagos a efectuar por el

comprador al proveedor por cualquier concepto consistirán en las cantidades que proporcionalmente correspondan a los materiales según el porcentaje realizado del valor de la orden, menos un 20% en concepto de indemnización por daños y perjuicios al comprador.

Si el comprador optase por no adquirir los materiales en la forma indicada anteriormente el proveedor vendrá obligado a devolver todas las cantidades recibidas del comprador hasta el momento de la cancelación, haciendo el proveedor suyos tales materiales. En este caso, el comprador podrá ejecutar el citado aval bancario de garantía de cumplimiento y podrá ejercitar todas las acciones legales que le amparen a fin de recuperar la totalidad de las cantidades entregadas al proveedor, así como ejercitar si lo cree conveniente, la acción de daños y perjuicios.

En el caso previsto en la anterior cláusula (punto h) y atendiendo a las circunstancias, gravedad y duración prevista de la huelga o conflicto laboral, el comprador tendrá derecho a cancelar la orden de compra parcial o totalmente adquiriendo la propiedad del suministro total o parcial en el estado en que se encuentre, mediante el pago único del costo de los materiales o mano de obra empleados hasta el momento, sin que el comprador venga obligado a satisfacer ninguna otra cantidad por concepto alguno.

El proveedor, al pago por el comprador de las sumas que se prevean en las cláusulas anteriores, si éste es el caso, tomará las medidas necesarias para traspasar al comprador todos los derechos del proveedor correspondientes a convenios existentes con terceros relativos a la orden de compra cancelada y entregará al comprador el material en el estado en que se encuentre así como todos los dibujos, datos y cualquier documentación preparada para el comprador en concepto de ejecución del trabajo hasta la fecha de cancelación.

Salvo lo previsto anteriormente en el caso de cancelación, el proveedor y el comprador quedarán eximidos de cualquier reclamación que una de las partes pueda hacer a la otra en relación con la parte sin completar de la orden de compra. No obstante, las estipulaciones de la orden de compra, continuarán en pleno vigor y efecto por lo que se refiere a todo el trabajo que ya se haya realizado previamente a la fecha de cancelación, así como con relación a todas las restantes obligaciones señaladas en la orden de compra que no dependa de la terminación completa del trabajo.

El proveedor se compromete a obtener de sus proveedores el compromiso formal de que en el caso de que el comprador cancelase la orden de compra todos los materiales comprometidos quedan en propiedad de éste, si opta por quedárselos.

5.30.22 *Accidentes e indemnizaciones*

Si el proveedor, bien directamente o por medio de alguno de sus agente o empleados, hubiese de entrar en la zona de trabajo del comprador con cualquier fin, deberá comprometerse a autorizar prever y tomar todas las precauciones salvaguardas y protecciones adecuadas, necesarias y suficientes contra accidentes o daños personales o materiales que puedan afectar a cualquier persona o propiedad, durante el proceso del trabajo objeto de este pedido, e indemnizará y eximirá al comprador y a sus representantes de toda pérdida o responsabilidad económica o multa en que se incurra por el incumplimiento de las normas legales en la ejecución de este pedido.

5.30.23 *Publicidad*

El proveedor acepta el pedido bajo condición de que el material no podrá ser citado, descrito o utilizado como ilustración con fines directa o indirectamente publicitarios sin previa autorización, expresa y por escrito del comprador.

5.30.24 *Identificación del comprador*

Todas las peticiones de oferta, pedido o cuantos documentos sean cursados por el proveedor a sus subproveedores deberán indicar claramente que los materiales adquiridos son destinados al cliente, incluyendo su nombre completo y dirección.

5.30.25 *Documentación*

Todos los planos, diseños y especificaciones facilitados por el comprador al proveedor deben ser considerados como confidenciales y de propiedad exclusiva de aquel. No deben ser prestados a terceros, copiados ni usados sin previo consentimiento por escrito del comprador.

El proveedor deberá entregar sin gasto alguno para el comprador, todos los planos requeridos, así como la documentación acordada en el pedido en las fechas y cantidades establecidas.

6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

6.1 Introducción

Mediante las mediciones y el presupuesto, buscamos poder valoración “a priori” el coste de la planta de compostaje. Se basa en la previsión del total de los costes involucrados incrementados con el margen de beneficio previsto.

Las mediciones y el presupuesto tienen por tanto, como finalidad dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto, no reflejan ni los gastos de explotación ni los de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

En términos generales para determinar el presupuesto de un proyecto debemos:

- Identificar y definir las distintas unidades de obra que intervengan.
- Saber cuál es el precio unitario de cada una de ellas.
- Hacer las mediciones de cada unidad de obra.
- Multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medición correspondiente

A continuación indicamos la estructura genérica de la que se compone el presupuesto:

Presupuesto de ejecución material:

Suma del presupuesto de las distintas partidas que componen el documento “mediciones y presupuesto”, sin incluir gastos generales, beneficio industrial, honorarios ni impuestos. Sería el coste de una obra sin impuestos ni honorarios si el promotor contratase directamente a los obreros, adquiriese los materiales, alquilase la maquinaria, etc.

No hay que olvidar en el presupuesto de ejecución material, la inclusión del presupuesto de seguridad y salud (P.R.L.), el presupuesto de control de calidad de edificios e instalaciones y el porcentaje para el Patrimonio Histórico Español (este último sólo en obras públicas).

Presupuesto de contrata:

Suma del presupuesto de ejecución material más gastos generales de empresa, beneficio industrial e IVA.

Los gastos generales son los que el contratista tiene por el hecho de ejercer una actividad empresarial y que son distintos de los costes de ejecución. Serían los gastos de oficinas generales (no de obra), personal administrativo (no en obra), gastos fiscales, gastos financieros, tasas de la administración, etc.

Si únicamente se tuvieran en cuenta el presupuesto de ejecución material y los gastos generales el contratista no ganaría nada por la ejecución de la obra por lo que es necesario añadir el beneficio industrial.

En obras oficiales el beneficio industrial más utilizado es del 6%, y los gastos generales el 13%. No debe afectar a las partidas de “seguridad y salud”.

Al presupuesto de ejecución material más los gastos generales y beneficio industrial se le han de aplicar el IVA (tipo general), como a cualquier otro producto que se vende.

Presupuesto total:

Es el presupuesto de contrata más los honorarios profesionales del proyectista y de la dirección de obra con su correspondiente IVA.

6.2 Unidades de obra

Cada una de las partes en que se ha dividido el proyecto a efecto de cálculo del presupuesto, de forma que primero se determina el coste total de cada una de esas partes (precios descompuestos), a continuación se determina el número de veces que se repite cada una de estas unidades de obra (medición), y finalmente se procede a la valoración sumando el producto de precios descompuestos por las mediciones halladas.

Cada unidad de obra se expresará con la unidad de la magnitud física más característica.

La partición del proyecto en una u otra unidad de obra es función de la disponibilidad del precio descompuesto y de la facilidad de medición. Se prefiere utilizar unidades de obra cuyo precio haya sido previamente calculado.

Cada unidad de obra está formada por diversos materiales que habrán precisado para su puesta en obra aporte de mano de obra y medios auxiliares.

Es preciso definir las correctamente, dejando claro lo que cada unidad conlleva, sin ambigüedades. Debe reflejarse en su descripción o definición los elementos de que consta, su grado de terminación, tipo de equipo con que debe ser ejecutada, si se incluye o no el transporte, si incluyen o no piezas especiales, controles de calidad, etc.

En la página siguiente se mostrará en una tabla la partida presupuestada de un capítulo del proyecto a modo de ejemplo obtenida mediante la utilización de herramientas informáticas. El uso de un software facilita enormemente el cálculo de cada partida y permite actualizar ó modificar rápidamente el presupuesto por una variación de precios de cualquier material, añadir partidas nuevas ó corregir unidades estimadas de consumo en la construcción de la planta de compostaje.

Se puede realizar a mano o con tablas Excel pero es más lento de realizar, actualizar ó corregir.

Ejemplo capítulo de formación de explanada

PRESUPUESTO				
PLANTA DE COMPOSTAJE				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 FORMACIÓN EXPLANADA				
SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.01.01	m3 EXC.VAC.A MÁQUINA TERR.FLOJOS Excavación sin clasificar de la explanación, incluso carga y transporte a vertedero(y canon de vertido) o lugar de empleo de los productos de la excavación. Según cubricaciones S/cubica acceso			
		95.000,00	2,81	266.950,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				266.950,00
TOTAL CAPÍTULO 01 FORMACIÓN EXPLANADA				266.950,00

Figura 6.36.: Representación de un capítulo del presupuesto mediante software

6.3 Mediciones

Es el conjunto de operaciones realizado sobre cada unidad de obra para obtener su cantidad.

La medición es la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra.

Se hace sobre planos definitivos, aunque en la práctica, en la realización de las “mediciones” se suelen solventar incorrecciones en los planos.

Se estructura en capítulos, siguiendo el mismo criterio que en memoria y pliego de condiciones.

En ocasiones se recurre a partidas alzadas (difíciles de cuantificar en proyecto). No obstante, hay que evitarlas en lo posible.

6.4 Software para mediciones y presupuestos

Para la realización del presupuesto del proyecto se ha mecanizado con la utilización de bases de datos y software diverso, que permiten ahorrar tiempos y evitar errores. Se facilita mucho el estudio de los presupuestos y la incidencia de variaciones de precios simples.

Existen publicadas bases de datos de precios en construcción, con numerosas partidas ya construidas a base de precios de mano de obra, precios simples y auxiliares, relacionados de tal forma que la variación de cualquiera de ellos, puede hacer automáticamente que se recalculen el presupuesto.

Existe numeroso software específico para el manejo de estas bases de datos y la realización de Mediciones y Presupuestos.

Para el presente proyecto se ha utilizado un simulador del programa “Presto” uno de los programas más utilizados comúnmente para el cálculo presupuestos y mediciones.

Cuenta con una tabla de datos actualizada y permite obtener extracción de mediciones de planos de AutoCAD o en formato DWG, entre otras muchas funciones.

6.5 Resumen partidas generales estimadas para el proyecto

6.5.1 Formación de explanada

Se han tenido en cuenta todos los trabajos necesarios para la excavación de la explanación, incluyendo carga y transporte al vertedero (canon de vertido) ó lugar de empleo de los productos procedentes de la excavación.

El importe total presupuestado para esta partida asciende al 266.950,00 €

6.5.2 Realización de firmes

Se han incluido en esta partida los trabajos relativos a la preparación (puesta en obra de los materiales, extendido, compactado y preparación de la superficie de asiento) de los firmes necesarios y de los materiales de acabado (mallas, hormigones, bordillos, etc.) para la planta, viales interiores y accesos a la instalación.

El presupuesto destinado asciende a un total de 639.515,21 €

6.5.3 Protección contra incendios e instalaciones exteriores

Se han tenido en cuenta todos los trabajos relativos a la preparación de las redes de protección contra incendios e instalaciones exteriores que necesita la planta de compostaje, para su correcto funcionamiento. Desde las excavaciones necesarias, rellenos, canalizaciones, tuberías, equipos de bombeo, hidrantes, bocas de incendio, detectores, central de detección analógica, extintores, arquetas, bases de hormigón, cableados, puntos de luz, bloque de alumbrado de emergencia, acometida, etc.

Destinándose una partida presupuestaria de 120.343,66 €

6.5.4 Nave mezcladora

Se han tenido en cuenta todas las fases para la construcción de la nave de mezcla, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

El presupuesto estimado asciende a 96.679,26 €

6.5.5 Nave de maduración

Se han considerado todas aquellas fases necesarias para la construcción de la nave de maduración, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

La estimación presupuestaria es de 545.700,28 €

6.5.6 Nave de almacenamiento

Se han tenido en cuenta todas las fases para la construcción de la nave de almacenamiento, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de las soleras correspondientes, cerramientos, cubiertas bajantes, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la actividad en la nave.

El presupuesto estimado asciende a 267.627,34 €

6.5.7 Edificio de servicios

Se han considerado todas aquellas fases necesarias para la construcción del edificio de servicios, desde las fases iniciales de excavación, rellenos, preparación de los firmes necesarios, realización de trabajos de encofrado-desencofrado, colocación del acero corrugado, hormigonado de cimentaciones, hasta la realización de los suelos (hormigonados y colocación de pavimentos), cerramientos, albañilería, tejado, bajantes, pintura en paredes interiores-exteriores, red de saneamiento y evacuación de pluviales, carpintería metálica, carpintería de madera, instalación de la red eléctrica necesaria (fuerza y alumbrado) y de las instalaciones complementarias como es el equipamiento necesario para las oficinas, servicios, aseos y vestuarios.

Se ha destinado un presupuesto de ejecución de 116.173,76 €

6.5.8 Túneles de fermentación

En esta partida se incluirán todos aquellos trabajos necesarios para la construcción y puesta en marcha de los túneles de fermentación. Tanto desde las fases

iniciales de regularización y compactación del terreno, como las excavaciones, rellenos, encofrados-desencontrados, colocación de mallazos, colocación de juntas de dilatación, hormigonados, hasta el montaje del equipamiento y equipos necesarios para el funcionamiento de los túneles (ventilador, sondas, compuertas de recirculación, analizadores de gases, válvulas, conducciones, puertas, sistemas de riego, cuadros de control, PLCs, cableados, conexiones, etc., para el correcto funcionamiento de los mismos incluido el periodo de formación y adiestramiento necesarios. Contrato tipo llave en mano.

El presupuesto asciende a un total de 612.043,66 €

6.5.9 Galería de servicios

Desde la excavación a la realización de firmes, encofrados-desencontrados, colocación de mallazos, hormigonado de cimentaciones, hormigonado de losas, tratamiento endurecedores de superficie para soleras a base de cuarzo, estructura metálica necesaria, etc.

Destinándose a esta partida un importe de 24.999,16 €

6.5.10 Biofiltro

Se han tenido en cuenta todo aquellos trabajos necesarios de regularización y compactación del terreno, excavaciones, encofrados-desencontrados, colocación y montaje de aceros corrugados, hormigonado, así como el equipamiento de un biofiltro para lecho filtrante, con losa perforada para apoyo del lecho filtrante y paso de gases.

Se ha destinado una partida presupuestada en 66.840,15 €

6.5.11 Varios

Destinada a reposición de servicios afectados por las obras y el mantenimiento de los mismos durante la ejecución de las obras. Se ha tenido también en cuenta la realización de diversas zonas ajardinadas, la construcción de una balsa de lixiviados, señalizaciones, seguridad y salud, control de calidad, pintura y una parte para posibles imprevistos durante la realización de las obras.

La partida presupuestaria destinada a varios, asciende a 168.585,06 €

6.5.12 Maquinaria y equipamientos

Se ha tenido en cuenta el equipamiento necesario para el control y la recepción del material a procesar como es el caso de una bascula de pesaje, control de paso automatizado, contenedores de rechazo. De igual forma se ha tenido en cuenta la compra de maquinaria para el funcionamiento de la planta, como es el caso de una ensacadora, una volteadora, una pala cargadora, un trommel o maquina cribadora, una mezcladora y una trituradora.

Se ha presupuestado un total de 1.135.200,00 €

6.6 Total ejecución material y presupuesto general del proyecto

La suma de todas las partidas presupuestadas asciende a un total de ejecución material de 4.060.657,54 €.

A este presupuesto debemos sumarle:

- El 13,00 % de gastos generales sobre el total de ejecución anterior, dando como resultado 527.885,48 €.
- El margen de beneficio industrial del 6,00 % sobre el total de ejecución del proyecto lo que supone un total de 243.639,45 €

La suma de estas dos partidas sobre el total de ejecución asciende a 4.832.182,47 €

Finalmente le añadiremos el 21,00 % de I.V.A. lo que suponen 1.014.758,32 €

Por lo tanto, el total del presupuesto para la contrata es de 5.846.940,79 €.

Ascendiendo el presupuesto general a la cantidad de CINCO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS