



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA



TRABAJO DE FIN DE GRADO

INGENIERÍA AGRÍCOLA Y AGROAMBIENTAL

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR EN LA FINCA DE INEA, VALLADOLID

HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO

Julio 2023



ESCUELA UNIVERSITARIA
DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Camino Viejo de Simancas km 4,5. 47008 Valladolid

AGRADECIMIENTOS

Principalmente quiero agradecer a mis tutoras Dunia Virto e Isabel González por dedicarme el tiempo necesario y darme indicaciones y enseñarme todo lo que he aprendido.

A mi familia, especialmente a mi padre y a mi tío que me han ayudado muchísimo. A mi madre por apoyarme y calmarme cuando lo necesitaba.

A mis compañeros de clase por todos estos años inolvidables y a mis amigos de toda la vida, especialmente a Mónica, que sin ella no hubiese llegado hasta aquí y a Cecilia por todo lo que ha tenido que aguantar, y al resto de amigos cercanos que han estado siempre ahí.

ÍNDICE GENERAL:

DOCUMENTO I: MEMORIA

- ENCARGO Y OBJETO DE LA TRANSFORMACIÓN
- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO
- ANTECEDENTES
- BASES DEL PROYECTO
- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS DEL PROYECTO
- INGENIERÍA DEL PROYECTO
- EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO
- NORMAS DE EXPLOTACIÓN
- RESUMEN DEL PRESUPUESTO
- EVALUACION ECONÓMICA
- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO
- FIRMA DEL PROYECTO

ANEJOS

- SITUACIÓN ACTUAL
- ESTUDIO CLIMÁTICO
- ESTUDIO EDAFOLÓGICO
- PROCESO DE COMPOSTAJE
- INGENIERÍA DEL PROCESO
- INGENIERÍA DE LAS OBRAS
- ANÁLISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS
- NORMAS DE EXPLOTACIÓN
- EVALUACIÓN ECONÓMICA
- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

DOCUMENTO II: PLANOS

- PLANO DE LOCALIZACIÓN
- PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL
- PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL 2
- PLANO DE UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN
- PLANO DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN (PLANTA)
- PLANO DEL PERFIL DE LA INSTALACIÓN (ALZADO)
- PLANO DEL PERFIL DE LA INSTALACIÓN
- PLANO DEL DETALLE DEL DEPÓSITO DE LIXIVIADOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

I. MEMORIA

Índice:

1.	ENCARGO Y OBJETO DE LA TRANSFORMACIÓN	6
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
3.	ANTECEDENTES	15
4.	BASES DEL PROYECTO	16
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	16
4.2	DIRECTRICES DEL PROYECTO	19
4.3	CONDICIONANTES DEL PROYECTO.....	20
5.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS DEL PROYECTO	24
6	INGENIERÍA DEL PROYECTO	29
6.1	INGENIERÍA DEL PROCESO.....	29
6.2	INGENIERÍA DE LAS OBRAS:.....	36
7	EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO	39
8	NORMAS DE EXPLOTACIÓN	40
9	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	42
10	EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
11	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	46
12	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	47
13	DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO	48
14	FIRMA DEL PROYECTO.....	49

1. ENCARGO Y OBJETO DE LA TRANSFORMACIÓN

Encargo:

La escuela de Ingenieros Técnicos Agrícolas INEA, situada en el término municipal de Valladolid, le encarga la realización de este proyecto al Ingeniero Agrícola Héctor Ballesteros Hernando.

Naturaleza de la transformación:

- Objetivos:

El proyecto busca provecho de los restos vegetales que se generan en la finca, en la zona de los huertos y en la zona de la huerta de INEA, mezclándolo con restos animales como es el estiércol de ganado y restos de poda que se generan en la finca y en el municipio de Valladolid, obteniendo así un producto fertilizante de más calidad y con mayor contenido en nutrientes y aportando numerosos beneficios al suelo donde luego se aplique.

Busca obtener un beneficio económico de los restos vegetales que se generan en la finca, que además suponen un problema por el acopio de estos subproductos, aportando valor a estos residuos y subsanar el problema que genera el exceso de restos vegetales.

- Localización

La zona de actuación en la que se va a desarrollar este Proyecto se encuentra entre dos términos municipales, Valladolid, siendo la mayoría de la finca perteneciente a éste, y a Simancas. La finca, por ello, está dividida en más de una parcela:

- Polígono 15, parcela 7, del término municipal de Valladolid, con referencia catastral 47900A015000070000YD y un total de 23'0283 ha.
- Polígono 12, parcela 22, del término municipal de Simancas (Valladolid), con referencia catastral 47162A012000220000JE y un total de 8'3985 ha.
- Polígono 12, parcela 23, del término municipal de Simancas (Valladolid), con referencia 47162A012000230000JS y un total de 0'2438 ha.

En total, las tres parcelas suman una extensión de 31'67 ha, siendo de éstas, 18 ha aprovechables para agricultura, 1'78 ha para uso forestal y 2'7 ha de árboles frutales.

Está clasificada como suelo rústico.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En estos tiempos que corren, donde el cambio climático hace mella en la vida de las personas, donde se hace notable el incremento de la temperatura, climas extremos más frecuentes, desastres naturales nos sacuden con mayor virulencia y de forma más frecuente, sequías más repetitivas y duraderas, precipitaciones intensas y violentas...

Además, el cambio climático puede tener efectos sobre la biodiversidad y el medio ambiente, incluyendo el derretimiento de la masa de hielo en los polos y la extinción de especies. También puede tener un impacto en la salud humana, a través de la propagación de enfermedades y una mayor exposición a la contaminación del aire. Las consecuencias del cambio climático pueden ser muy serias y requieren de esfuerzos concertados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los impactos en el medio ambiente y la sociedad.

Además, según estudios, el cambio climático también tiene repercusión en la economía global: Los resultados indican que un desastre relacionado con el clima reduce el PIB real per cápita en al menos un 0,6%.

Una forma de mitigar y evitar los efectos del cambio climático puede ser un manejo responsable del suelo, ya que la agricultura, siguiendo unas buenas prácticas, puede resultar ser un excelente sumidero de gases de efecto invernadero, ya que esos gases, principalmente el dióxido de carbono, pueden incorporarse al suelo, eliminándose de la atmosfera donde su alta concentración supone un problema y desplazándolo al suelo, donde hace aumentar el contenido en materia orgánica de la tierra, enriqueciendo así nuestros suelos.

Por otra parte, el incremento de los costes de producción que se dan en la agricultura al igual que en el resto de los ámbitos de la vida, pero al ser éste sector el primer sector y donde se producen la mayor parte de los bienes que consumimos hace más notable esta subida de precios. Esto se debe entre otros aspectos al precio de la energía, de los combustibles, de los insumos que se emplean en la agricultura como son los fertilizantes, las semillas, los fitosanitarios,...

A todo esto hay que añadir otro factor a la ecuación, cada vez somos más en el planeta, cada día sube el número de habitantes del planeta Tierra –el día 15 de noviembre de 2022 se alcanzó la cifra de 8.000 millones de habitantes en el mundo según registros- y ello requiere de cada vez más alimento y recursos naturales, mayor necesidad de energía, de manufacturados, de productos, etc, y a su vez también mayor volumen de basura generada, orgánica e inorgánica. Un ejemplo de esto es que los estados miembros de la Unión Europea generaron en el año 2016 2.500 millones de toneladas de residuos, perteneciendo más de un tercio de este volumen procedente

de la construcción, seguido de la minería y canteras.

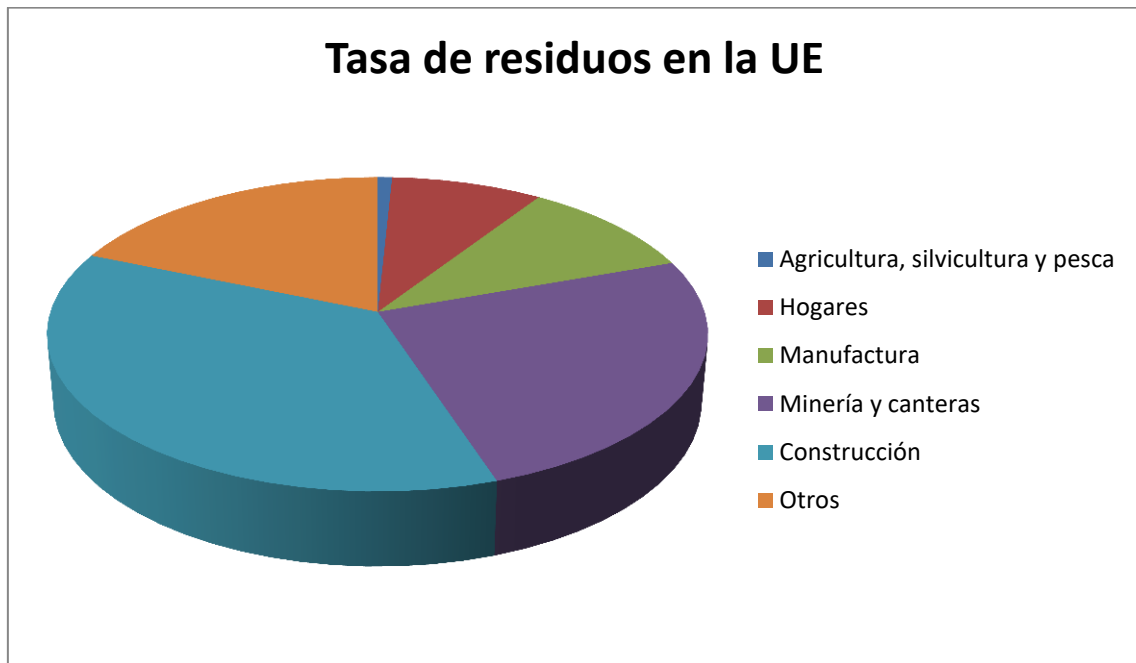


Ilustración 1: Porcentaje de generación de residuos según sectores

Por todo lo enunciado anteriormente, una herramienta que nos ayude a paliar todos estos problemas es la economía circular.

“La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende.

En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional.

Contrasta con el modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto “usar y tirar”, que requiere de grandes cantidades de materiales y energía baratos y de fácil acceso.”

La economía circular tiene ventajas, entre las que destacan:

- Protección del medio ambiente al reducir la generación de residuos y la extracción de materiales vírgenes.
- Fomento del desarrollo de nuevos modelos de negocio y de innovación tecnológica.

- Ahorro de costes y ahorro neto de recursos.
- Limitación de las emisiones de carbono y del uso de recursos no renovables.
- Mejora de la reputación y competitividad de las empresas.
- Menor consumo de energía y combustibles fósiles.
- Mejora del PIB y crecimiento económico.
- Reducción de los impactos ambientales en la industria.
- Alargamiento de la vida útil de los productos y materiales.
- Fomento del empleo y la economía local

Una de las prácticas que se pueden llevar a cabo es el compostaje. El compostaje es “una técnica mediante la cual se crean las condiciones necesarias para las que a partir de residuos orgánicos los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad”, y este producto que se obtiene es el compost.

El compost es un compuesto bioquímicamente estable e higienizado que se ha obtenido mediante la degradación aerobia de los residuos orgánicos mediante la acción de microorganismos presentes en estos residuos, bajo unas condiciones de temperatura, humedad y ventilación controladas.

El compost y otros abonos orgánicos son una parte importante de la agricultura sostenible y la economía circular, ya que permiten reutilizar los residuos orgánicos para producir nutrientes para las plantas, cerrando así el ciclo de vida de los alimentos y reduciendo el impacto ambiental de la producción de alimentos, reduciendo así la huella de carbono.

El compostaje es una tecnología simple, barata y robusta, se puede llegar a recuperar hasta el 50 % del peso que se introduce en el proceso, se producen sustancias húmicas, microorganismos beneficiosos y nitrógeno de liberación lenta para las plantas.

Sin embargo tiene los inconvenientes de la necesidad de una separación en origen de los residuos para diferenciar la parte orgánica de la inorgánica, requiere de un desarrollo de mercado específico para el compost, puede emitir olores y se producen pérdidas de 20-40% de nitrógeno en forma de amoníaco y de 40-60% de carbono en forma de anhídrido carbónico.

Mediante el compostaje reducimos el volumen y la cantidad de residuo que acaba en un vertedero o en una incineradora, devolvemos al suelo la materia orgánica que anteriormente extrajimos, cerrando así el ciclo de la materia orgánica y a su vez enriquecemos este suelo, además de obtener compost que es un abono de elevada calidad. Es una forma económica y sostenible de obtener un abono natural de alta calidad para la jardinería y la agricultura.

El compost aporta al suelo numerosas propiedades ventajosas en el aspecto físico, químico biológico y ambiental entre las que destacan:

Propiedades físicas:

Mejora la infiltración y la retención del agua, mejora la estructura de los suelos, dándoles compacidad haciendo esponjosos a los suelos arcillosos y pesados y dando cohesión a los suelos arenosos y ligeros, disminuye las fluctuaciones de temperatura, evita la degradación de los suelos favoreciendo su formación y frenando y evitando su pérdida por erosión y con ello la pérdida de material edáfico, mejora la salud del suelo aumentando la porosidad para favorecer la aireación y favorecer el crecimiento radicular de las plantas.

Propiedades químicas:

Aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y es precursor de la formación del complejo arcillo-húmico, aporta nutrientes de liberación lenta que es absorbido por las plantas de forma gradual, adsorbiendo una parte de ellos, secuestra carbono, contribuyendo a reducir la emisión de CO₂, gas con alto poder de efecto invernadero, disminuye la necesidad de utilizar productos químicos tóxicos en la agricultura, lo que reduce la contaminación del suelo y del agua.

Propiedades biológicas:

Aumenta la biodiversidad del suelo activando la microbiota, dinamiza los procesos bioquímicos del suelo, mejora la sanidad de los cultivos ya que favorece el control natural de plagas y enfermedades, mejora la actividad metabólica de las plantas, libera sustancias que mejoran el crecimiento vegetal. No atrae insectos ni otros vectores de enfermedades y puede ser manipulado almacenado sin riesgo ni molestias porque está desinfectado y estabilizado.

Ventajas ambientales:

Conseguimos retener carbono, ya que el carbono orgánico que se encuentra formando tejidos en las plantas se introduce en el montón y sirve de alimento posteriormente a los microorganismos y a las plantas que serán abonadas con este producto, genera menos impacto ambiental que la incineración de residuos, ya que evita la emisión de gases tóxicos a la atmósfera y reduce la cantidad de residuos que terminan en los vertederos, lo que disminuye la producción de metano y otras emisiones de gases de efecto invernadero.

“El compostaje reduce el volumen y la masa de los residuos, facilita el almacenaje, permite un mejor y más flexible aprovechamiento agrícola, y minimiza el riesgo sanitario inherente a todas las operaciones anteriores. Eso permite hacer una

verdadera gestión del uso de la materia orgánica, por ejemplo del estiércol: no se tienen que tirar al campo porque molestan, sino que se puede plantear realmente una aplicación enfocada a mejorar la fertilización y el suelo, y en ciertos casos, a reducir el uso de plaguicidas.”

Como podemos observar en la siguiente ilustración nº 2, el suelo de la comunidad de Castilla y León se encuentra por debajo del nivel considerado aceptable con respecto al contenido de materia orgánica en el suelo, que se fija en un 2%.

El aporte de compost resulta ser una excelente práctica como enmienda orgánica por las ventajas anteriormente descritas.

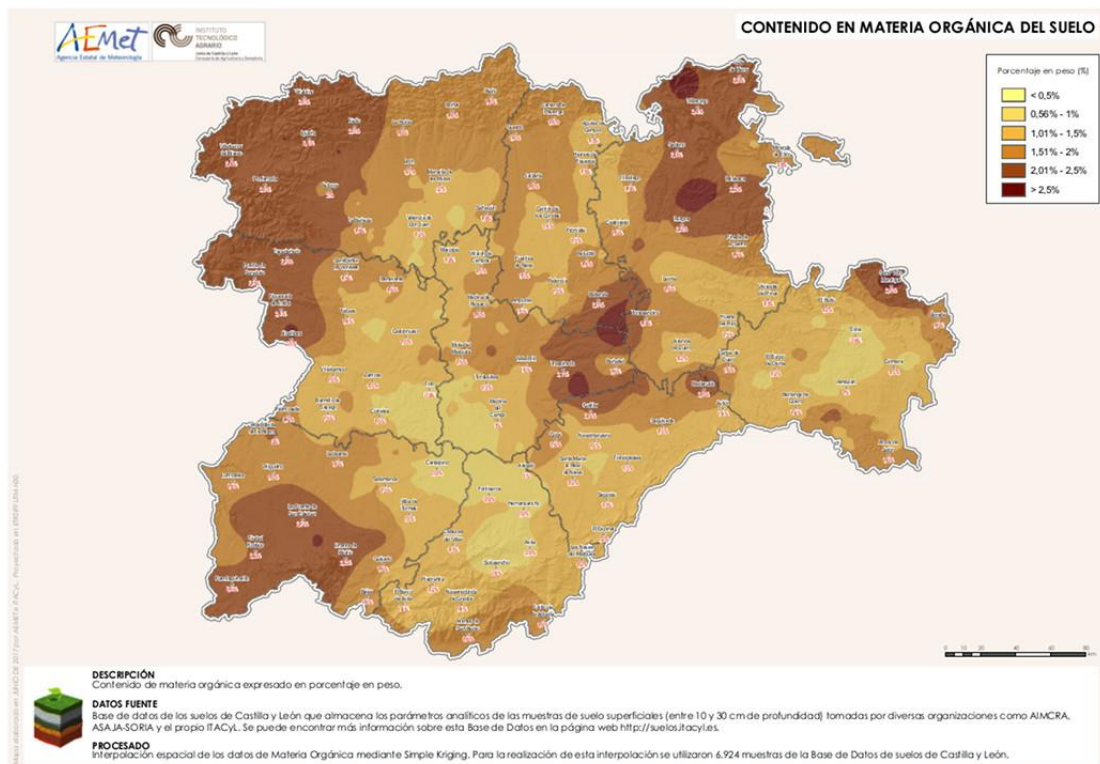


Ilustración 2: Mapa del contenido de materia orgánica en el suelo de Castilla y León

En todo caso, para obtener un compost de calidad y sanidad, debemos cerciorarnos que la materia prima que se obtiene a través de la valorización de los residuos orgánicos procede de una fuente fiable, que no tengas materiales extraños, como pueden ser restos de vidrio, plásticos, cristal, aceites... ya que harían disminuir la calidad del compost y puede provocar daños a la maquinaria que trabaje con ello además de dificultar el proceso de descomposición de la materia orgánica.

Debemos optar por dar valor a los residuos que generamos en nuestra vida, ya sea en el hogar, en el trabajo o en actividades agrícolas y ganaderas. Como dato, los residuos

que generamos en nuestro hogar, separando la fracción orgánica de la inorgánica, conseguiremos optimizar la gestión de estos residuos y convertirlos en recurso. Por cada 100 kg de residuos orgánicos que se generan en el hogar, se pueden obtener hasta 30 kg de compost, un recurso que como se ha expuesto, es un producto muy valioso con numerosos beneficios.

Una fuente muy recomendable son la agricultura y ganadería ecológicas, ya que estamos seguros que los subproductos que salgan de este sector como puede ser el destrío de algunas partes de las hortalizas o el estiércol de los animales no llevan sustancias que pueden perjudicarnos, como puede pasar en productos de la agricultura convencional que contengan alguna sustancia química o productos fitosanitarios que podrían provocar un fracaso en la elaboración del compost.

El compost se genera a partir de la degradación progresiva de los materiales orgánicos; que, a grandes rasgos, gracias al tiempo, temperatura y humedad crea unas condiciones idóneas para el desarrollo de microorganismos que actúan para realizar este proceso.

El compost hasta su total maduración pasa por cuatro etapas, descritas en el Anejo IV “Proceso de compostaje”.

La primera es la etapa de latencia, seguida de la etapa de descomposición primaria, luego la etapa de maduración y finalmente la etapa final. Durante estas etapas, ocurren diferentes procesos que son controlados por varios factores como la temperatura, la humedad, la relación C/N, el pH y el tamaño de partícula, entre otros. El pH aumenta en la etapa termófila y disminuye en la de enfriamiento y la relación C/N debe estar entre 25 y 30 al inicio para luego disminuir a 10 en el compost maduro. Además, la humedad es esencial para el proceso biológico, pero su exceso puede producir anaerobiosis, reduciendo la calidad del compost y emitiendo olores desagradables, mientras que su déficit ralentiza el proceso.

Durante estas etapas se prestará especial atención a estos parámetros:

- Temperatura
- Humedad
- pH
- Relación C/N y N/P
- Contenido en materia orgánica de los materiales compostables
- Tamaño de las partículas del material
- Aireación

Los microorganismos necesitan agua para poder degradar la materia orgánica, es decir,

es imprescindible para el proceso biológico. Sin embargo, si la humedad es excesiva, el agua rellenaría los poros del compost y se darían condiciones de anaerobiosis, totalmente indeseables en este proceso ya que se vería ralentizado, empeorando la calidad del compost y emitiendo malos olores. Este exceso puede corregirse proporcionando una mayor aireación, pero el proceso no estaría siendo económicamente óptimo.

Por el contrario, las humedades bajas hacen que el desarrollo sea incompleto al disminuir la velocidad de la actividad microbiana. Este déficit de humedad se solventa regando las pilas.

El pH del montón es un parámetro que se debe controlar, ya que un pH fuera de lo establecido puede darnos una señal de que se están produciendo reacciones indeseadas y que el proceso productivo no se desarrolla de acuerdo con lo deseable.

A lo largo del proceso el pH varía según la fase en la que se encuentre el compost, ya que los valores altos están relacionados con la emisión de nitrógeno amoniacal y la producción de carbonatos solubles y los bajos con la formación de ácidos orgánicos. El pH característico de cada etapa está definido en la ilustración 9.

El rango óptimo está comprendido entre 6 y 8, siendo los valores comprendidos entre 6 y 7 los considerados óptimos para una mayor actividad bacteriana y entre 5,5 y 8 para una mayor actividad fúngica. Si al finalizar el proceso de compostaje el pH se encuentre entre 7 y 8 es sinónimo de una aireación apropiada y, si por el contrario este es menor, el producto no estará maduro aún.

El contenido en nitrógeno y carbono del montón, y por ende, la relación C/N, es un parámetro indicativo de cómo va evolucionando la degradación del compost.

La relación C/N representa el cociente entre el contenido en carbono y nitrógeno del sustrato orgánico. Esta relación influye en la velocidad del proceso, ya que si es excesivamente alta la actividad biológica disminuye debido a un déficit de nutrientes, esto ocurre con relaciones superiores a 40. La relación C/N al iniciarse el proceso debe estar comprendida entre 25 y 30, siendo el valor óptimo de 30. Una vez transcurrido el compostaje, el compost ya madurado tiene una relación C/N en torno a 10. Por otro lado, las relaciones C/P y N/P tienen rango óptimo entre 75-150 y 5-20, respectivamente.

El carbono tiene la función de aportar energía a los microorganismos que se encuentran y desarrollan en la pila y conforma el 50% de peso de las células microbianas, siendo su material estructural básico.

El nitrógeno es el componente principal de las proteínas. Las bacterias están compuestas en un 50% de proteínas, por lo que requieren de un alto aporte de

nitrógeno para poder desarrollarse y reproducirse y así llevar a cabo la degradación y maduración de la materia orgánica.

Cuando el nivel de nitrógeno en el montón es bajo, la población de microorganismos no crecerá a velocidad óptima, ralentizando así el proceso productivo e incrementando los gastos de producción.

Si el nivel de nitrógeno excede del intervalo óptimo se genera un crecimiento microbiano rápido y se acelera la descomposición, pero pueden aparecer problemas de peso al disminuir el oxígeno disponible en el interior de la pila creando así unas condiciones de anaerobiosis y se producen fermentaciones indeseadas del material orgánico. A mayores, este exceso de nitrógeno se desprenderá a la atmosfera en forma de amoníaco, generando olores desagradables y perjudiciales para el medio ambiente y pérdidas de este nitrógeno por volatilización.

Deberá estudiarse con cuidado las mezclas que se hagan de los diferentes subproductos para obtener al inicio del proceso una relación C/N cercana al 30.

El tamaño de la partícula es otra característica que tiene importancia a la hora de la degradación de la materia orgánica.

Es favorable que este valor inicial sea lo menor posible, ya que su área específica (área partícula/volumen partícula) será mayor, lo que se traduce en una elevada velocidad de oxidación biológica, por lo que se facilitará la degradación microbiana. Por otra parte, si este valor es demasiado pequeño, habrá un menor espacio libre entre partículas, lo que consecuentemente hará que existan problemas para darse la convección natural ya que el oxígeno no podrá difundirse hacia el interior de la partícula ni el dióxido de carbono hacia el exterior. Los diámetros óptimos para estas partículas se encuentran entre 1 y 5 cm.

3. ANTECEDENTES

En la actualidad, con los restos vegetales y animales que se emplearían en la elaboración del compost tienen distintos fines según sea su origen:

Los restos vegetales como ramas y algunas hojas secas que se producen durante la realización de la poda en el municipio de Valladolid o bien se compostan en un centro especializado o bien se utilizan como combustible de biomasa para la obtención de energía térmica, consiguiendo así un combustible con un balance neutro de carbono, ya que se emite la misma cantidad de dióxido de carbono en la combustión que el árbol había capturado previamente del ambiente para realizar la fotosíntesis.

Los restos vegetales que se producen en los huertos urbanos de la finca de INEA y la huerta, que gestiona la misma entidad, son aprovechados parte por los propios hortelanos que tienen un pequeño depósito que sirve como compostera casera y obtienen así un abono natural con los restos vegetales que ellos mismos han producido. Hay un gran volumen de estos restos que no tenían función alguna y son simplemente depositados en un montón que se encuentra en el margen de la parcela.

El estiércol procedente de la explotación ovina se emplea como enmienda orgánica en la agricultura extensiva, aplicándola con un carro esparcidor de estiércol. En la finca de INEA también se emplea este subproducto en los campos de los huertos urbanos y en la explotación en general, aplicándolo al lavandín, en la zona de la huerta, etc.

El estiércol se puede aplicar directamente en los huertos pero se busca obtener un abono de mayor calidad al combinar los materiales anteriores.

Este método de producción de compostaje en una explanada de hormigón y la aireación que se lleva a cabo mediante una volteadora se realiza en gestores de residuos que poseen una extensión relativamente grande y buscan una gestión rápida y eficaz de este subproducto. Un ejemplo es el vertedero de Vitoria-Gasteiz.

Muchas explotaciones ganaderas también producen compost de calidad con este método.

4. BASES DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, en el recinto donde se quiere implantar el compostador se encuentra una explanada sin hormigonar, descrita en el Anejo I “Situación actual”, tratándose de tierra compactada y con piedra que puede servir de asiento, donde actualmente se almacena el estiércol de ovino que se adquiere, dejándolo madurar al sol, por lo que facilita el manejo al no tener que ir cargando por la finca las paladas del tractor con el estiércol que se aportará al compost. Esta zona será la zona de descarga y almacenamiento y maduración del proyecto.

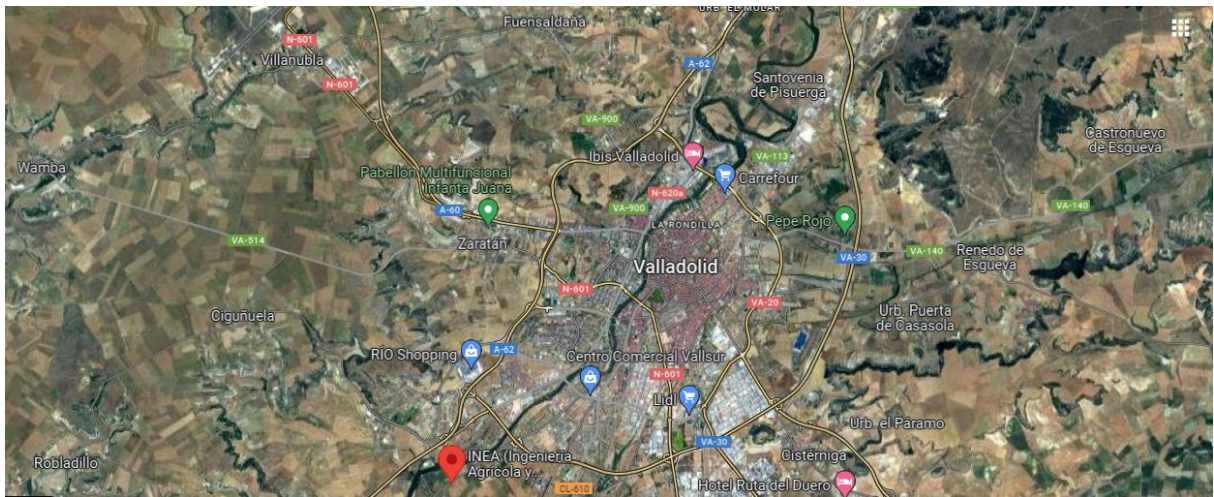


Ilustración 3: Vista aérea de Valladolid



Ilustración 4: Vista aérea de la finca de INEA



Ilustración 5: Ubicación de la explanada donde se proyecta la instalación

En la finca se cuenta actualmente con la siguiente maquinaria que se requiere para el proceso productivo:

- Tractor New Holland.
- Pala acoplada al tractor.
- Cazo acoplada a la pala de 800 litros de capacidad.
- Trituradora mecánica para reducir el tamaño de los restos de poda que se generan en la explotación.
- Remolque para transportar el material.

Se cuenta con una nave que sirve de refugio para la maquinaria, aperos y como almacén de materias primas de pequeño volumen. Al lado de ésta se encuentra la era de maquinaria, que servirá como zona de aparcamiento temporal de maquinaria y zona de limpieza y desinfección.

Se cuenta también con numerosas tomas de agua de riego que se diseñaron desde el principio con idea de futuras ampliaciones que se puedan desarrollar, como es el caso de esta.

Anexo a la edificación de la universidad, se encuentran los laboratorios de INEA, que se emplearán y se acudirán a ellos para realizar distintos análisis sobre los parámetros que se deben de controlar en el compost y al que se ha acudido para la realización de este proyecto para la consulta de datos y demás información.

En una zona cercana a los huertos, se halla el actual depósito de restos vegetales donde los hortelanos depositan los residuos vegetales que se generan en su parcela, como flora adventicia, restos vegetales del cultivo, etc. Esta zona se seguirá utilizando con el mismo fin, pues presenta la ventaja de estar cercana a los huertos para facilitar el transporte del material a los hortelanos, y de aquí se recogerá el material necesario

para la elaboración del compost.

Se estima que la producción de restos vegetales que se depositan aquí es de unos 600 metros cúbicos, ya que el montón mide aproximadamente 20 metros de largo, 10 metros de ancho y hasta 3 metros de alto.

Se colocará un cartel informativo al lado de dicho lugar de almacenamiento donde vendrán explicadas las instrucciones de cómo depositar los restos, es decir, sin restos de plásticos, que el material vegetal no tenga una alta carga de enfermedades o parásitos, sólo se podrá depositar restos vegetales procedentes de agricultura ecológica, etc.

4.2 DIRECTRICES DEL PROYECTO

Directrices del proyecto:

La finalidad del proyecto es la obtención de un producto fertilizante ecológico, por ello se quiere elaborar un compost con los restos vegetales de los huertos y de los restos de poda generados en el término de Valladolid y el estiércol que se genera en una granja ecológica de ovino que se encuentra próxima a la finca de INEA, dando uso y valor así a residuos vegetales, que hoy suponen un problema en la finca, y obtener un beneficio económico.

La explanada se implantará en la zona donde actualmente se almacena el estiércol que se adquiere a la granja de ovino, como muestra la ilustración 5 y se ve en el plano nº4.

El objetivo para el que se diseña este proyecto es aprovechar los residuos de los huertos, y así concentrar los restos vegetales que se generan en las microparcels de los hortelanos y conseguir una gestión más eficiente, controlada y obteniendo un abono de más calidad al controlar las condiciones de maduración.

El promotor desea obtener un producto final de calidad, maduro y con buenos indicadores que se muestran en el apartado de “Ingeniería del proceso”, sin plásticos ni cuerpos extraños como metales que puedan perjudicar el posterior uso de este abono.

El promotor también requiere de diseñar un depósito para recoger los lixiviados que se produzcan tras las lluvias y por un exceso de riego. Se diseñará y dimensionará para tal fin.

La adquisición de los materiales orgánicos a compostar (estiércol de ovino y restos de poda) se adquirirán a la granja de ovejas cercana a la finca y al Ayuntamiento de Valladolid, respectivamente. Se tiene firmado un contrato para el suministro de estos inputs para la explotación.

4.3 CONDICIONANTES DEL PROYECTO

Se han determinado como datos condicionantes del proyecto:

- El clima de la zona
- Presencia de sulfatos en el suelo
- Acceso a la ubicación del proyecto
- Limitación legal de lixiviados
- Toma de agua

CLIMA

El clima puede ser determinante para elaborar compost, especialmente las temperaturas. La temperatura es un factor muy importante que influye en la velocidad y calidad de la descomposición del material orgánico. La descomposición de la materia orgánica se produce más rápidamente a temperaturas ligeramente elevadas, obteniendo un producto de forma más breve y más rico en nutrientes; sin embargo, si las temperaturas son demasiado altas pueden desecar y provocar una maduración deficiente del compost. Si la temperatura es baja se requerirá mayor tiempo de maduración del compost.

Otros parámetros a tener en cuenta del clima son la humedad y pluviometría, ya que, si la humedad relativa es demasiado alta puede provocar pudriciones en el compost echando a perder el proceso y una humedad relativa baja puede provocar que el compost se seque demasiado provocando una disminución de la vida microbiana prolongando el tiempo de elaboración del compost.

Por lo tanto, es importante considerar las condiciones climáticas y ajustar las prácticas de compostaje en consecuencia para asegurar un compost de calidad.

Las características climáticas se encuentran desarrolladas en el Anejo II de “Estudio climático”.

Si la temperatura es demasiado alta se estudiará la colocación de una malla sobre el montón de compost para disminuir la radiación que sufra la pila.

Si la pluviometría es demasiado alta se podrá colocar una lona o toldo impermeable que disminuya la cantidad de agua que pueda absorber el compost, además de sobredimensionar los desagües y la capacidad de lixiviación. Además de aumentar la frecuencia de volteado de la pila para favorecer la aireación y con ello el secado.

Si la pluviometría es baja se deberá implementar un sistema de riego por goteo o aspersión que permita mantener un nivel óptimo de humedad en la pila de compost.

La precipitación acumulada en Valladolid al año es de 447 mm, siendo estas

precipitaciones irregulares a lo largo del año, por lo que se justifica la implantación del sistema de riego.

Como se puede observar, en los meses de verano las temperaturas son altas y las precipitaciones escasas y la humedad relativa es muy baja, por lo que se justifica la implantación de una malla de sombreado sobre el montón y un sistema de riego que sea fácil de colocar y recoger, ya que se deberá de desconectar cada vez que se haga un pase de la volteadora.

SULFATOS

Otro condicionante que se ha encontrado es la presencia de sulfatos en la tierra donde se quiere realizar el hormigonado, ya que una elevada concentración de sulfatos en el suelo puede provocar una degradación rápida de la solera.

El límite de sulfatos en el suelo para la aplicación de una solera de hormigón depende de la normativa vigente en cada país o región. En España, la normativa UNE 83963 establece que el contenido máximo permitido de sulfatos en el suelo seco es de 2.000 mg SO_4^{2-} por kg de suelo, para que no se produzca deterioro del hormigón debido al ataque por sulfatos.

En caso que la concentración de este compuesto sea alta se justificará el empleo de hormigonado resistente a sulfatos, aunque incremente el precio de la inversión pero hará prolongar la vida útil de la solera además de ahorrar tiempo y problemas que puedan aparecer.

Los datos respectivos al análisis de suelo se encuentran en el Anejo III, "Estudio edafológico"

No se suministraron datos de una concentración por encima del límite estipulado, por lo que se empleará hormigón armado estándar.

LEGALES DE LIXIVIADOS

Las soleras para compostaje suelen ser construidas con materiales resistentes al agua e impermeabilizantes para evitar que los líquidos lixiviados se filtren al suelo y contaminen el medio ambiente. Además, las buenas prácticas y medidas preventivas en el manejo de los residuos y el compostaje pueden ayudar a minimizar la producción de lixiviados

ACCESO A LA PARCELA

El acceso a la ubicación del proyecto no es limitante ya que tiene un fácil acceso desde la entrada de la finca, tanto para la obra para la entrada de camiones hormigonera y demás vehículos de transporte de material como para la posterior explotación del

proyecto. Se accede desde un camino somero a la zona pavimentada donde se encuentra el aparcamiento de la universidad y con una entrada suficientemente amplia. En la actualidad el tractor trabaja cómodamente entrando y saliendo al recinto del compostador, por lo que no supone mayor problema.

Esto es de vital importancia para la comercialización del producto también. Las redes de comunicación autonómica y comercial se encuentran en buen estado, por lo que no se contemplan inconvenientes en este aspecto.

TOMA DE AGUA

La ubicación del proyecto deberá ser elegida en una zona que tenga próxima una toma de agua para poder implantar el riego necesario para los momentos de sequía como se enunció en un apartado anterior.

El agua necesaria para el proceso productivo del proyecto se obtendrá de dos fuentes:

- Agua del río: se trata de la principal toma de agua de la finca, la que abastece de riego a todo el recinto, ya sea para las labores agrícolas de la finca como de los huertos de los ciudadanos que se encuentran en ella. Esta agua se encuentra embalsada en el nor-noroeste de la finca.
- Agua de pozo: este agua se puede emplear como método auxiliar ya que no se dispone todo el año de riego por la toma del río. Sin embargo, se limitará el uso de esta agua debido a la salinidad que contiene esta agua, como se puede observar en el Anejo VII "Análisis de materias primas".

OTROS

Otros factores que se tienen en cuenta es la ubicación alejada de terreno urbanizable que pueda causar molestias a los vecinos por la emisión de olores desagradables en caso que se produzcan putrefacciones indeseadas o aparezcan alimañas que puedan causar algún perjuicio. El proyecto se ubica en una parcela rural, alejada de cualquier zona inundable y con una capa freática poco profunda.

No se considera una actividad molesta desde el punto de vista acústico, ya que únicamente se apreciará el motor del tractor y la volteadora, al igual que sucede cuando en la propia finca se realiza cualquier trabajo agrícola.

La cercanía al río supone un condicionante ya que los lixiviados que se puedan generar son susceptibles de acabar en el cauce fluvial, contaminando así el ecosistema acuático y terrenos colindantes a este.

Para evitar este problema se diseñará la solera de hormigón impermeabilizada con una inclinación del 2%, como se puede observar en el plano nº6 que conducirá los efluentes del montón hacia un depósito que recoja los lixiviados (plano nº8) y éstos

luego serán empleados en labores de riego para los montones de compost al inicio del proceso y puede ser suministrado también a los hortelanos de la parcela para su aprovechamiento, de esta forma conseguimos una economía circular de los residuos y sin coste adicional al emplearlo dentro de la misma explotación.

El montón de estiércol y demás restos que sean compostados se ubicarán en la zona más al sur, alejada de la zona transitable y de las edificaciones de la universidad para evitar que los olores totalmente propios de esta materia puedan causar molestia alguna al público. Este montón está suficientemente alejado de la urbanización que linda al sur con la finca, el Pichón, por lo que tampoco causará perjuicio a los residentes de la zona.

5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS DEL PROYECTO

Las alternativas valoradas han sido las siguientes:

5.1.1 Aireación del compost a mano en una explanada

Método sencillo y económico de elaboración de compost, de igual forma que lo hacen los hortelanos en sus huertos pero con un volumen considerablemente mayor.

Consiste en apilar el material que se quiere compostar sobre una explanada e ir removiendo manualmente con utensilios adecuados (como horcas o palas) para mantener unas condiciones adecuadas anteriormente enunciadas, básicamente para airear el montón.

Las ventajas de esta alternativa son la sencillez del sistema y la escasa inversión. Por el contrario está el alto coste de mano de obra que supondría además que al prever que pueda aumentar cada año el material a compostar sea imposible su manejo por este método, por lo que éste se rechaza. Es un proceso lento, que para un uso doméstico o para tratar pequeños volúmenes de material sí estaría justificado pero como se busca una producción económica se descarta esta alternativa. Además no se controlan adecuadamente los parámetros descritos anteriormente y requiere de una mayor extensión de terreno para un volumen similar, lo que disminuye la productividad.

5.1.2 Elaboración de compost en una trinchera con tornillos sinfín para poder remover el material

Método complejo, que requiere de una gran inversión inicial. Consistiría en añadir este material orgánico en una estructura de hormigón que estaría dotada de unos tornillos sinfín para remover el compost. Este mecanismo estaría minuciosamente estudiado para evitar que queden zonas estáticas y que en ellas se fermente el compost obteniendo así un resultado indeseado.

La ventaja de este método es que se haría de forma totalmente autónoma, por lo que no se requeriría mano de obra, salvo para labores de mantenimiento y limpieza de la instalación. Además se mantiene un control sobre los parámetros del proceso y la materia orgánica sufre una rápida degradación aumentando considerablemente la productividad. Disminuye el tiempo necesario para compostar el material y la extensión necesaria para el productivo.

Sin embargo encontramos inconvenientes de peso a tener en cuenta: es la elevada inversión que se requiere, además del alto coste de mantenimiento. Este método sólo sería viable con un gran volumen de compost a manejar, pero no es el caso que se

plantea.

5.1.3 Elaboración de compost estático en trinchera mediante la insuflación de aire por tuberías

Este método consiste en la maduración del compost dentro de una trinchera de hormigón sin moverlo desde que se introduce en ella hasta su completa maduración. El montón se va elaborando adecuadamente gracias al aporte de aire mediante unas tuberías. La corriente de aire puede ser positiva (insuflación) o negativa (aspiración). La segunda se puede utilizar en situaciones en las que se considera necesario controlar el olor del compost. Requiere de un gran volumen de compost.

Este método presenta ventajas como son la rápida maduración del compost y de la sencillez, ya que desde que se introduce el compost en la trinchera no se remueve y no se maneja, lo que reduce al mínimo el mantenimiento del montón. Además se puede automatizar el sistema de insuflado lo que disminuye aún más el trabajo que requiere. El compost está monitorizado y prácticamente se mantiene en condiciones ideales. Requiere una escasa extensión de terreno para el alto volumen de producto que se puede obtener, lo que aumenta notablemente la productividad.

El mayor inconveniente es el altísimo coste de la inversión, inasumible para el pequeño volumen que se quiere manejar. Por lo que esta alternativa queda completamente descartada. Otros inconvenientes es que se produce una mala homogenización al no remover el material, lo que puede producir reacciones indeseables si no se controlan al máximo las condiciones de compostaje.

Una variación de este sistema puede ser el realizar el compostaje en pilas estáticas en vez de en trinchera con un sistema de insuflado.

Se trata de un sistema donde el montón permanece estático y el aire se introduce a través de un sistema de tubos colocados por debajo del suelo donde se sitúa la pila.

5.1.4 Elaboración del compost en una solera de hormigón y aireación mediante una volteadora accionada por un tractor:

El compostaje en una solera y volteadora es un método comúnmente utilizado para la producción de compost a gran escala.

La solera es una superficie plana y permeable sobre la cual se deposita la mezcla de materiales compuestos por restos orgánicos, como hojas, ramas, restos de cosechas, residuos de alimentos, entre otros.

La volteadora es una máquina empleada para voltear y mezclar los materiales en la solera, para permitir la adecuada aireación del montón, facilitando y acelerando el proceso de compostaje.

Es un método dinámico sencillo que requiere una reducida inversión en comparación con las alternativas anteriores obteniendo un producto final de calidad.

Esta alternativa se describe de forma más exhaustiva en el Anejo IV “Proceso del compostaje”.

Una vez analizadas las diferentes alternativas, se valora como la más positiva el método que consiste en la construcción de una solera de hormigón y remover el compost con la volteadora acoplada al tractor.

Las ventajas que destacan son la menor inversión, permite el tratamiento de un volumen mediano con un coste reducido de mano de obra, la capacidad de aumentar el volumen procesado sin aumentar la inversión inicial y los bajos costes de mantenimiento, ya que sólo requiere de mantenimiento programado de la maquinaria (engrasar las juntas y sustituir alguna pala si se produce alguna rotura) en el plazo proyectado.

5.2 Aporte de ceniza al compost:

Se valora también la aportación de ceniza para enriquecer el producto final y sirva de alimento a los microorganismos. La ceniza se puede añadir al principio del proceso para que sirva de alimento a los microorganismos.

La ceniza se considera un material que se puede agregar al compost, aunque es importante tener en cuenta la cantidad que se agrega, ya que en exceso puede aumentar el pH del compost y dificultar la descomposición de otros materiales. La ceniza de madera es especialmente útil como aporte al compost, ya que presenta una composición rica en micronutrientes. Es recomendable añadir la ceniza en pequeñas cantidades y de forma espaciada, para evitar problemas de acumulación y siempre mezclada con otros materiales orgánicos que aceleren su descomposición. Es importante señalar que la ceniza de origen vegetal es la única que se recomienda usar para el compost, ya que la ceniza de origen animal, humana o mezclada con restos de plástico u otros contaminantes puede ser tóxica.

Las cenizas de madera, cuando se usan en pequeñas cantidades, pueden ser beneficiosas para el compost debido a que aportan nutrientes esenciales y pueden ayudar a ajustar el pH del compost. Algunas de las ventajas de utilizar cenizas en el compost incluyen:

- Aporte de nutrientes: La ceniza de madera contiene nutrientes importantes como potasio, fósforo, magnesio y calcio, que son esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos nutrientes pueden ser beneficiosos para el compost y, eventualmente, para las plantas que se cultiven con él.
- Ajuste del pH: La ceniza de madera puede tener un efecto alcalinizante en el

suelo y en el compost, lo que puede ayudar a equilibrar el pH. En general, su uso es recomendado como corrector en suelos ácidos. Es importante no exceder las cantidades recomendadas ya que pueden generar un efecto contrario y acidificar el suelo.

- Control de plagas: La ceniza de madera también puede ser beneficiosa para controlar algunas plagas, ya que su textura abrasiva puede dañar la piel de los insectos, reduciendo su número en el compost. Este efecto es más notable cuando se aplica directamente al suelo en seco.

Es importante tener en cuenta que no todas las cenizas son adecuadas para su uso en el compost. Se deben evitar las cenizas de carbón y las cenizas de materiales tratados con productos químicos, ya que pueden contener compuestos tóxicos que serían perjudiciales para el compost y las plantas.

Por ello, se decide no aportar la ceniza al montón debido, mayormente, al alto pH que tiene la ceniza (los resultados del análisis se encuentran en el Anejo VII “Análisis de materias primas”) y a la diminuta diferencia que se aprecia en el producto final que se aporta ceniza. A mayores, las tierras de las zonas cercanas a Valladolid, donde se ubica el proyecto y donde se pretende vender el producto final, se caracterizan por ser alcalinas, por lo que se incrementaría aún más el pH del suelo, provocando así desequilibrios nutricionales y fitotoxicidades o fitopatologías.

5.3 Adición de sustancias bioestimulantes:

Los bioestimulantes son sustancias que se aplican en las plantas para mejorar su crecimiento y desarrollo, aumentando su tolerancia a diversos tipos de estrés y mejorando su calidad y rendimiento. Al aplicar bioestimulantes al compost, se pueden mejorar los procesos de descomposición y aumentar los nutrientes disponibles para las plantas que se cultiven con él.

Es importante tener en cuenta que la aplicación de bioestimulantes debe hacerse de manera cuidadosa, siguiendo las recomendaciones del fabricante y las necesidades específicas de las plantas y el compost en cuestión. Además, es importante utilizar bioestimulantes de calidad y aprobados para el uso en agricultura ecológica.

Entre los principales productos bioestimulantes se encuentran el Biochar, ELGAN (abono orgánico de alto rendimiento en sectores agrarios, huerta, viña y frutales que contiene microorganismos) y NURISTAR (nutrientes para microorganismos).

El biochar es un material derivado del carbón producido a partir de la combustión controlada de biomasa. Este material se utiliza como enmienda de suelos y como material de construcción debido a sus propiedades físicas y químicas únicas que permiten aumentar la fertilidad y la capacidad del suelo para retener nutrientes. El

biochar puede ser producido a partir de una variedad de materiales orgánicos, incluyendo madera, residuos agrícolas y otros residuos biodegradables, y es considerado como una forma de energía renovable. Además de su uso en la agricultura, el biochar también tiene propiedades aislantes y es utilizado en la construcción de edificios sostenibles. Hay varios estudios en curso sobre el uso del biochar y sus potenciales beneficios para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad en diversos sectores

El biochar puede ser aplicado al compost para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Algunos estudios han demostrado que la combinación de biochar y compost puede mejorar la calidad del suelo y aumentar la retención de agua, nutrientes y carbono. En algunos casos, el biochar también puede proporcionar protección contra enfermedades de las plantas y mejorar la cantidad y calidad de los cultivos. También se ha afirmado que la adición de biochar al compost puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la sostenibilidad en la agricultura.

ELGAN es un producto microbiológico utilizado para enriquecer el compost, acelerando su proceso de descomposición. Este producto contiene una comunidad de microorganismos beneficiosos que favorecen la descomposición de la materia orgánica y mejoran la calidad del compost resultante para su utilización en huertas, viñas y frutales. Además, ELGAN se utiliza para minimizar los olores producidos durante el proceso de compostaje.

NutriStar son fertilizantes específicos para diferentes tipos de plantas que pueden emplearse para enriquecer el compost, mejorar la calidad del suelo y minimizar los olores asociados al compostaje. Además, algunos de estos productos son adecuados para la alimentación de árboles y arbustos, que son comúnmente utilizados para generar compost de alta calidad.

En nuestro caso, no se aplicará este bioestimulante ya que según estudios realizados en la propia universidad (Proyecto de economía circular), la adición de estas sustancias estimulantes no muestra diferencias significativas a largo plazo en cuanto a nutrientes ni a la velocidad de degradación de la materia orgánica.

6 INGENIERÍA DEL PROYECTO

6.1 INGENIERÍA DEL PROCESO

El material orgánico se recoge de la zona de descarga y almacenamiento, donde se encontrará el estiércol suministrado por la granja, y los restos de poda suministrados por el Ayuntamiento de Valladolid. Los restos vegetales procedente de los huertos de la finca de INEA se recogen del montón que actualmente se encuentra en una ubicación cercana a dichos huertos.

Es importante mantener los parámetros descritos en el Anejo IV de “Proceso del compostaje” para obtener un producto final seguro, de calidad y sin problemas.

Deben crearse unas condiciones de trabajo adecuadas para asegurar:

- Una mezcla de residuos bastante esponjosa que permita una retención de agua correcta y una porosidad suficiente para facilitar la circulación de aire. Se persigue un porcentaje de humedad próximo al 30%.
- Oxígeno suficiente. El óptimo es del 15-25%.
- Un porcentaje de humedad adecuado. El óptimo se encuentra en el 50-60%.
- Una temperatura adecuada. Dependiendo de la fase de maduración en la que se encuentre el montón.
- Un óptimo equilibrio de nutrientes y una adecuada relación de carbono disponible respecto al nitrógeno (C disponible/N).
- El pH de la pila oscila según la fase en la que se encuentre, pero está entre el 6 y el 8.
- Mantener cuidadas las poblaciones de microorganismos.

Para la elaboración de compost en una explanada hormigonada y manejándolo mediante una volteadora, se seguirán los siguientes pasos detallados:

- Seleccionar las materias primas:

Para obtener un buen compost se necesita una mezcla de materiales orgánicos y verdes (como restos de poda, hojas, estiércol fresco) cuya relación C/N es baja y marrones (como paja, ramas secas, hojas secas) cuya relación C/N es alta. Es importante equilibrar las proporciones para lograr una buena relación carbono/nitrógeno en la mezcla, que se recomienda que esté alrededor de 30:1 al inicio del proceso.

- Triturar y mezclar las materias primas:

Las materias primas deben ser trituradas y mezcladas lo mejor posible, para lograr un compost homogéneo y facilitar la descomposición de los materiales. Es importante que los restos de poda o ramas grandes sean triturados en trozos pequeños para facilitar su descomposición. Éstos se adquirirán ya triturados, ya que los restos de poda que se generan en Valladolid se trituran fácilmente in situ y posteriormente se favorece el transporte de la mercancía, además la trituradora que pertenece al ayuntamiento permite obtener un mayor volumen de subproducto en menos tiempo. En la finca ya se cuenta con una trituradora de pequeño tamaño para labores de jardinería que se puede emplear puntualmente para triturar alguna partida que por algún motivo no se haya podido comprar de otra forma y para triturar pequeños volúmenes de poda que se generan en la propia finca de INEA. Se regará la mezcla una vez esté todo mezclado para asegurar una distribución uniforme de la humedad.

- Colocar la mezcla en la solera:

La solera es una estructura plana de cemento donde se colocará la mezcla. Es importante que tenga una inclinación del 2% para permitir un buen drenaje y evitar la acumulación de agua. La mezcla debe ser colocada en capas de 20-30 cm de espesor, compactando ligeramente cada capa para facilitar la penetración del aire.

- Controlar la temperatura:

Durante los primeros días es normal que la temperatura en la solera aumente debido al proceso de descomposición. Es importante controlar la temperatura para que no supere los 70-75°C, que es la temperatura máxima recomendada. Si la temperatura es muy alta, puede ser necesario voltear la compost para favorecer la oxigenación y reducir la temperatura. Las altas temperaturas que alcanza el compostaje representan una ventaja desde el punto de vista higiénico: a partir de los 55°C se eliminan patógenos y semillas, así como propágulos de flora adventicia. La temperatura se medirá gracias a un termómetro digital con una lanza de un metro de longitud cuyo sensor se encuentra en el extremo de ésta, pudiendo medir la temperatura en el interior del montón sin tener que escarbar en la pila. La temperatura se medirá a mano a diario durante la primera fase, ya que es la más susceptible de causar problemas por una mala mezcla y volúmenes descompensados de materiales y posteriormente, dos veces a la semana y se irá recogiendo estos datos en un registro para valorar la evolución. Cuando se alcancen picos de 75 grados se hará el pase de volteadora.

Al llevar el compost a estos rangos de temperatura también conseguimos higienizar el material al conseguir eliminar microorganismos patógenos y parásitos. Los datos relacionados con los rangos de temperatura para higienizar el producto se encuentran en el Anejo IV de "Proceso del compostaje".

- Voltear el compost:

Después de 15-20 días es recomendable voltear el compost para favorecer la oxigenación y mezcla de los materiales. Esto se hará con la volteadora mecánica acoplada al tractor. El compost se voltea cada 2 semanas para asegurar una buena descomposición.

- Control de la humedad:

Como se ha explicado en varias ocasiones, la humedad, junto con la relación C/N, son los parámetros más importantes a tener en cuenta ya que son los más indicativos de cómo va evolucionando el compost e ignorarles o que no sigan las condiciones adecuadas puede llevar a la pérdida del material orgánico.

La humedad del montón deberá mantenerse en un intervalo entre el 50 y el 70% del peso del compost.

En todo momento ha de cerciorarse que las materias primas que se introducen en el proceso productivo proceden de la agricultura y ganadería ecológicas ya que el compost que posteriormente se va a comercializar es ecológico.

Los huertos de INEA son ecológicos así que no habría ningún problema, el estiércol se adquiere a una granja ecológica y los restos de poda sí que habría que valorar si son de procedencia ecológica o no.

La calidad y la madurez del producto final dependen del origen y características de las materias primas introducidas y de la evolución de los parámetros anteriormente mencionados.

Un compost que se comercializa cuando aún no ha llegado a su madurez puede acarrear problemas, ya que contiene sustancias inhibidoras de crecimiento (Mateos. I., Crecimiento de berros en sustrato de compost) y un valor en sales alto. Para distinguir un compost maduro de uno inmaduro, a grandes rasgos, se ha de fijar en la temperatura y en el olor: el compost inmaduro desprende aún mucho calor, pues no se ha estabilizado aún y se encuentra en la fase termófila y desprende un olor a amoníaco.

El grado de madurez de un compost es un tema controvertido ya que cada autor pone énfasis y fija distintos criterios.

Lo más característico de un compost maduro es que tiene unas características totalmente distintas a la situación de partida. Se pierde el olor inicial que se convierte en un olor a mantillo, similar a la tierra que podemos encontrar en el bosque, la humedad es menor y no se reconocerán visualmente los elementos que se

introdujeron inicialmente porque han sido degradados totalmente.

El producto final, al tratarse de un fertilizante orgánico debe cumplir unos requisitos según la normativa (recogidas en el Anexo V del RD 506/2013 del 28 de junio sobre productos fertilizantes (Grupo 06, 02 Enmienda orgánica Compost)):

- Porcentaje de nitrógeno orgánico no inferior al 85% respecto al nitrógeno total.
- Humedad máxima del compost del 14% en masa.
- Una granulometría alcanzada con el postratamiento (cribado) en la que el 90% del producto pase por una malla de 10 mm de luz.
- Un producto higienizado que no supera los contenidos máximos de microorganismos patógenos permitidos:
 - *Salmonella*: Ausente en 25 g de producto elaborado
 - *Escherichia coli*: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado
- Unas concentraciones de metales pesados inferiores a los máximos permitidos que se explican a continuación.

Los fertilizantes se clasifican en función de la cantidad de metales pesados que contienen dentro de los límites permitidos. Respecto a estos valores, el fertilizante tendrá un valor económico diferente, ya que la cantidad del fertilizante que se permite adicionar al suelo es variable en función de su clasificación, la cual cataloga a los fertilizantes en tipo A, tipo B y tipo C, entre los cuales hay una diferencia económica considerable.

Los datos de los límites máximos de contenido en metales y furfuralos y polifenoles, además de la relación de las clases con el precio de venta se encuentran en el Anejo IV de "Proceso del compostaje."

Como se explica en el apartado "Ciclos de producción" del Anejo V de "Ingeniería del proceso", al año se realizarán dos ciclos completos, ya que en 6 meses se completa la degradación y maduración del compost.

En cada ciclo se prevé producir 525 m³ de compost, con una densidad aparente de 600 kg/m³, se estima una producción de 315 toneladas por cada ciclo, siendo el doble, 630 toneladas, el compost total capaz de producir la instalación en un año gracias a los 5 montones que se disponen.

El primer ciclo comenzaría en noviembre gracias a la alta generación de residuos hortícolas de la finca y finaliza en mayo; justo después se empezará a aportar el material orgánico que se genera por las lluvias primaverales y este ciclo durará hasta noviembre, y así sucesivamente.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

En el siguiente cronograma se visualiza la actividad anual:

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1º C	b	b	b	a	c							a
2º C						a	b	b	b	a	c	

1º C: Primer ciclo. 2º C: segundo ciclo.

a: fase mesófila

b: fase termófila

c: fase de maduración

Aporte de material a compostar: diciembre y junio

Remover el compost: cada 15 días



Ilustración 6: Etapas del proceso de compostaje y la temperatura en cada periodo

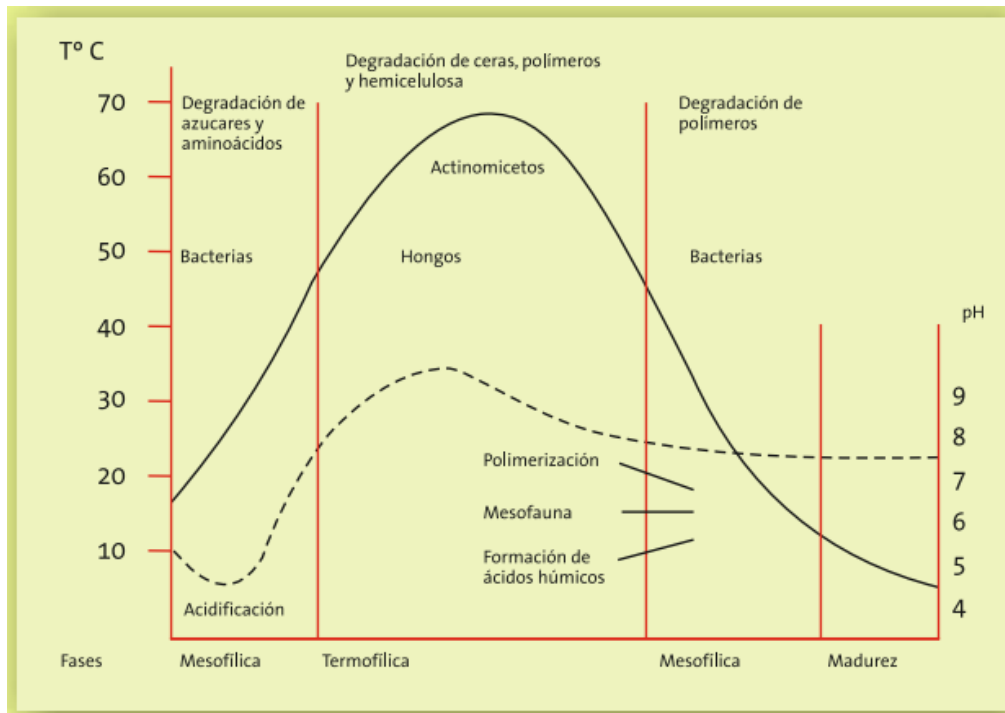


Ilustración 7: Gráfica de la evolución de la temperatura y el pH durante el compostaje

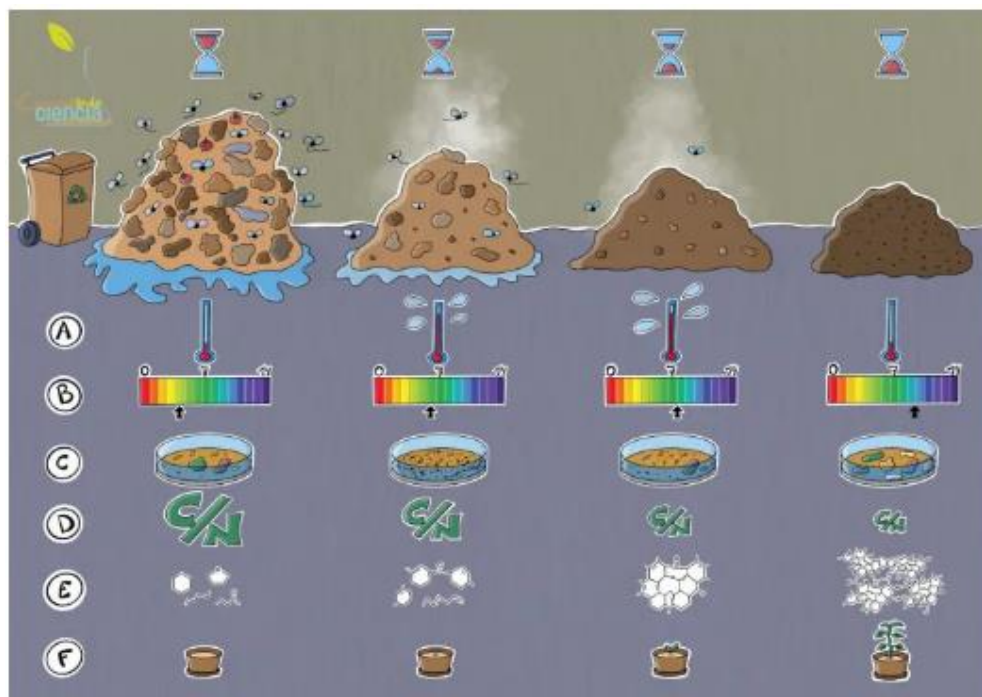


Ilustración 8: Dibujo de la evolución de la temperatura, pH, microorganismos, relación C/N, polímeros de la materia orgánica y presencia de sustancias fitotóxicas

La evolución del proceso de compostaje se caracteriza por varios factores como la subida de la temperatura de las pilas (A) durante la fase más activa del proceso (llegando incluso a 70°C), la alcalinización de los sustratos (B), la proliferación de microorganismos con el tiempo (C), la relación entre el carbono y en nitrógeno disponible en los materiales (D), la humificación de la materia orgánica (E) y la

reducción de la fitotoxicidad de los residuos (F), siendo esta última la prueba más importante para determinar la calidad del compost obtenido, como muestra la ilustración 8.

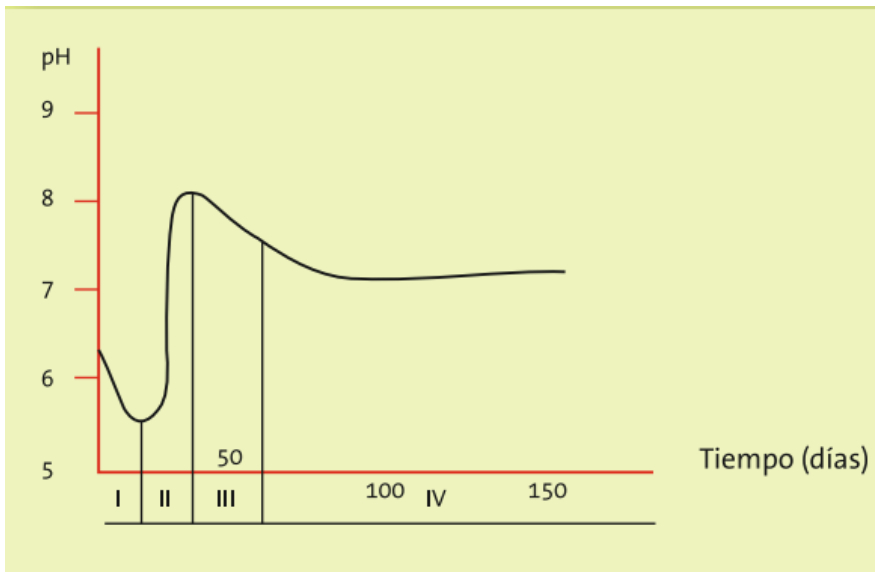


Ilustración 9: Gráfica de la evolución del pH en días

6.2 INGENIERÍA DE LAS OBRAS:

La instalación contará con dos zonas, una de almacenamiento y descarga del material y otra donde se lleva a cabo la degradación y maduración del compost, como se puede observar en el plano nº 5.

La extensión total de la explanada es de $2.542'487\text{m}^2$.

La zona de almacenamiento se encuentra en la parte más al oeste, para alejar lo máximo posible del edificio de la universidad el montón de estiércol que puede generar olores desagradables al personal. Se accederá a través de un camino de 3 metros. Esta zona tiene un área de $611'329\text{m}^2$.

La parte de degradación y maduración del compost se encuentra más cercano al edificio, al este de la explanada. Tiene una extensión de $1.707'677\text{m}^2$ y se accede a través de un paso que está acondicionado desde el camino de la finca.

La explotación donde se elaborará el compost constará de los siguientes elementos:

- Zona de seguridad perimetral.

La parcela se encuentra ya vallada al tratarse de una finca privada aunque permita el acceso al público. Esta finca se encuentra vigilada y con seguridad.

- Valla perimetral que delimite toda la instalación, incluidos los almacenamientos de todo tipo de residuos y de productos obtenidos.

En nuestro caso se va a prescindir de este vallado ya que la zona de maduración se encuentra alejada de la zona de paso y del trasiego general del público. Además si se valla se dificulta el manejo de la maquinaria y se reduce el espacio disponible, siendo ya limitante, así que se opta por no vallar la instalación. Se colocará una señal de "Prohibido el paso, sólo personal autorizado" para evitar la entrada del público que pueda causar algún perjuicio en la instalación.

- Dimensionamiento de la planta, que debe tener en cuenta, como mínimo, los siguientes aspectos:
 - Residuos que se tratarán (tipología, almacenamiento, etc.).
 - Proporción de material estructurante.
 - Tiempo necesario para obtener el compost.
 - Sistema tecnológico utilizado.
 - Maquinaria disponible.

- Reducciones de volumen durante el proceso.
 - Espacios de procesamiento, de almacenamiento
- Pavimentación de las zonas de procesamiento.

En el caso de la zona de almacenamiento no se va a hormigonar por ser actualmente una superficie estable y compacta y el periodo que va a estar los materiales a compostar va a ser corto y no se contempla riesgo de infiltración de fluidos.

- Zona diferenciada entre las entradas de residuos orgánicos y la zona de almacenamiento y salida del compost.

Es de vital importancia para que no se produzca contaminación cruzada entre el material de entrada y el material maduro compostado. Por ello se separan ambas zonas y una vez el compost esté maduro no se depositará de nuevo en la zona de almacenamiento.

- Zonas de limpieza y desinfección de vehículos.

Se procederá a la limpieza de la maquinaria en la era que se destina al aparcamiento de la maquinaria que se encuentra al lado de la nave de almacenamiento, que cuenta con toma de agua para lavar los vehículos y los aperos.

- Báscula.

En este caso se pesan los materiales en una báscula cerca de la finca. Al no exceder el límite de volumen de producto compostado no es obligatorio la tenencia de báscula en la finca.

- Zona de almacenamiento de los residuos generados.

Se almacenarán en una parte de la explanada de almacenamiento, sin llegar a juntar ambas zonas.

- Sistemas de recogida y gestión de lixiviados, aguas sucias y pluviales: sistemas de canalización, y balsa o balsas y depósitos de recogida de lixiviados, aguas sucias y aguas pluviales limpias. Se adquirirá un depósito de 6 metros cúbicos para tal fin.
- Medidas para reducir los impactos: polvo, olores, etc.

La malla geotextil que cubrirá los montones servirá para disminuir el polvo y los olores que pueda emitir el compost. En todo caso, si se llevan a cabo buenas prácticas no tiene porqué emitir ni polvo, porque el montón estará húmedo, ni olores porque no desprende olor desagradable si la descomposición se desarrolla en condiciones

aerobias.

Con el paso de la maquinaria es inevitable la generación de polvo, aunque es mínima y muy puntual y no se contemplan molestias alrededor.

- Sistemas de control del proceso de compostaje (sondas de temperatura, humedad, etc.)

La temperatura del compost se medirá de forma manual como se enunció anteriormente y los datos se vuelcan en un ordenador que guardará el historial.

Regularmente se recogerán muestras y se efectuarán análisis del compost y se valorará el pH, los contenidos en ácidos orgánicos y la ausencia de sustancias indeseables.

7 EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Para la construcción de la solera se seguirá el siguiente cronograma:

Semana	1	2	3	4
A				
B				
C				
D				
e				
f				

- a) Eliminación y limpieza de la zona de almacenamiento de estiércol actual
- b) Preparación el encofrado y colocación del mallazo
- c) Aportación del hormigón
- d) Pulido de la superficie
- e) Excavación de la zona de lixiviado

8 NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Las normas que se seguirán para el proceso productivo están descritas en el Anejo VIII de “Normas de explotación”.

La norma fundamental es la profilaxis para evitar la propagación de patógenos dentro de la finca y entre diferentes explotaciones. Por ello, se limpiará la maquinaria empleada en el proceso de volteo y cualquier labor que entre en contacto con el compost una vez se finalice la tarea y se trabajará siempre empezando por el compost que se encuentre en una fase más avanzada y se deja para el final el compost más nuevo, que todavía tenga una posibilidad que no haya alcanzado la temperatura que higienice el montón.

El compost, una vez esté maduro y se cargue para su comercialización, debe ser manejado únicamente por aperos desinfectados y limpios.

El producto final pasará por una criba como postratamiento para eliminar cuerpos extraños que se encuentren en el montón como trozos de metales o clavos, piedras o incluso restos de poda que no hayan sido totalmente degradados y se separan.

Los objetos que sean separados de la línea de producción se valorará qué hacer con ellos:

- Las piedras que puedan aparecer se apartarán y podrán ser empleadas en otras labores como restauración de caminos internos de la finca o cualquier otra obra.
- Los restos de poda que no hayan sido degradados se podrá volver a colocar en el montón de almacenamiento inicial para retomar el proceso y así se termine de degradar en el siguiente ciclo productivo. También puede hacerse mulching, es decir, acolchar el suelo de los huertos con las ventajas que ello conlleva.
- Los objetos metálicos se separarán y se almacenarán en una parte de la nave de la finca dedicada a guardar este tipo de objetos hasta su retirada y transporte al punto limpio para que siga una correcta gestión de este residuo.

En caso de que el compost no mantenga las condiciones idóneas, puede que se produzcan algunos problemas entre los que destacan problemas con la humedad, la temperatura del montón, olores y posibles plagas se tomarán las medidas contempladas en el Anejo VIII de “Normas de explotación”.

Respecto a la normativa vigente y aplicable al compost, se ha de enunciar los siguientes aspectos:

No existe una normativa concreta sobre compost en Castilla y León sobre compost, sí

lo hay sobre la fertilización (RD 506/2013), entrando el compost dentro del apartado de “Fertilizantes orgánicos” y la agricultura ecológica (Reglamento UE 834/07 y 889/08).

En ambos se delimita los rangos mínimos de calidad fijándose en el nitrógeno que contiene, humedad, granulometría, microorganismos y metales pesados.

La Ley 10/1998 de Residuos (BOE 96,1998) que incorpora la directiva comunitaria 91/156/CEE busca garantizar la eliminación y valoración de los residuos, así como adoptar medidas para la reducción la producción de los mismos, promoviendo su reutilización y reciclado, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud pública, por lo que también el compost está sometido a esta norma al aprovechar los residuos y favorecer una separación de ellos consigue mejorar la calidad y la productividad del compost.

Existen más leyes que regulan la gestión de los residuos y el uso de los suelos contaminados, como la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados, que promueve el uso del compost y el digerido que cumplan ciertos criterios de calidad. Además, algunas Comunidades Autónomas han aprobado leyes regionales que fomentan la práctica del compostaje, como la Ley 3/2023 de Economía Circular de Andalucía.

El reglamento (CE) nº 1069/2009 y reglamento (UE) nº 142/2011 establecen las normas sanitarias aplicadas a los subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH).

Se busca la propagación de patógenos provenientes del estiércol durante el proceso de compostaje o por medio del compost elaborado.

9 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto del proyecto es el siguiente (todos los precios están en Euros):

- Preparación del terreno	410,57
.1 Movimiento de tierra superficial	410,57
- Hormigón	75.257,33
- Adquisiciones	21.373,00
.1 Volteadora	10.480,00
.2 Criba	523,00
.3 Depósito lixiviados	3.400,00
.4 Bomba lixiviados	250,00
.5 Cubierta	6.720,00
Presupuesto de ejecución material	97.040,90
12% de gastos generales	11.644,91
5% de beneficio industrial	4.852,05
Presupuesto de ejecución por contrata	113.537,86

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se muestra el resumen de la evaluación económica de la planta de compostaje. Se tiene en cuenta tanto la inversión inicial, como los ingresos obtenidos a partir de la venta del producto y los costes de las materias primas utilizadas.

Costes de la planta

Los costes iniciales de la planta deberán considerar la obra civil que hay que realizar sobre el mismo y la adquisición de la maquinaria necesaria para llevar a cabo los trabajos de compostaje, es decir, la volteadora y la criba.

Los costes estimados son los siguientes:

- Las cubiertas de geotextil para cubrir los montones: 6.720 €.
- La solera de hormigón: tendrá un coste total de 59.768'70€. La impermeabilización y el pulido de dicha solera de hormigón se encuentran incluidos en este precio.
- La zorra: implicará un coste de 15.369'09€.
- La volteadora tiene un valor de mercado de 10.480 €
- La criba: 523€
- El equipo de riego:
 - o Las tuberías
 - o Los emisores
 - o Las sondas

Además se han de tener en cuenta los costes de la explotación en el proceso productivo (considerando el primer año, ya que sufrirán un incremento de precios debido a la inflación) como son:

- Combustible de tractor: 1.152€
- Gastos de mantenimiento: 150€
- Agua
- Seguros: 100€
- Compra de estiércol: 12.000€
- Compra de restos de poda: 2.000€
- Transporte de las ventas: 3.150€

Como fuente de ingresos sólo se contempla la venta de compost ecológico maduro, con un valor de mercado de 50€/tonelada.

No se financiará con fondos ajenos.

La subvención inicial por la implantación de sistemas que permitan la economía

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

circular y el aprovechamiento de residuos es de 57.178'04€, siendo el 50% de la inversión total inicial (construcciones, compra de maquinaria, material...).

Esquema del resultado fiscal:

Años	Importe ventas	Subvención	Pagos	Amortización	Resultado	Impuestos	Impuesto real	Beneficio después de impuesto
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	31.500,00	5.717,80	- 19.871,14	- 5.357,10	11.989,57	2.997,39	- 2.997,39	14.986,96
2	32.130,00	5.717,80	- 20.053,96	- 5.357,10	12.436,74	3.109,18	- 3.109,18	15.545,92
3	32.772,60	5.717,80	- 20.238,95	- 5.357,10	12.894,35	3.223,59	- 3.223,59	16.117,94
4	33.428,05	5.717,80	- 20.426,12	- 5.357,10	13.362,64	3.340,66	- 3.340,66	16.703,29
5	34.096,61	5.717,80	- 20.615,50	- 5.357,10	13.841,81	3.460,45	- 3.460,45	17.302,27
6	34.778,55	5.717,80	- 20.807,13	- 5.357,10	14.332,12	3.583,03	- 3.583,03	17.915,15
7	35.474,12	5.717,80	- 21.001,02	- 5.357,10	14.833,80	3.708,45	- 3.708,45	18.542,24
8	36.183,60	5.717,80	- 21.197,22	- 5.357,10	15.347,08	3.836,77	- 3.836,77	19.183,85
9	36.907,27	5.717,80	- 21.395,74	- 5.357,10	15.872,23	3.968,06	- 3.968,06	19.840,29
10	37.645,42	5.717,80	- 21.596,63	- 5.357,10	16.409,49	4.102,37	- 4.102,37	20.511,86

Esquema de los flujos durante los 10 años:

Año	Inversión	Cobros	Pagos	Subvenciones	Flujo antes imp	Impuestos	Flujo desp imp	Flujo diferencial	Factor act	Flujo actual	Flujo acumu
0	- 114.356,08	-	-	57.178,04	- 57.178,04	-	- 57.178,04	- 57.178,04	1	- 57.178,04	- 57.178,04
1		31.500,00	- 19.871,14		11.628,86	- 2.997,39	8.631,47	8.631,47	0,96153846	8.299,49	- 48.878,55
2		32.130,00	- 20.053,96		12.076,04	- 3.109,18	8.966,85	8.966,85	0,92455621	8.290,36	- 40.588,19
3		32.772,60	- 20.238,95		12.533,65	- 3.223,59	9.310,06	9.310,06	0,88899636	8.276,61	- 32.311,57
4		33.428,05	- 20.426,12		13.001,93	- 3.340,66	9.661,28	9.661,28	0,85480419	8.258,50	- 24.053,08
5	- 6.720,00	34.096,61	- 20.615,50		6.761,11	- 3.460,45	3.300,66	3.300,66	0,82192711	2.712,90	- 21.340,17
6		34.778,55	- 20.807,13		13.971,42	- 3.583,03	10.388,39	10.388,39	0,79031453	8.210,09	- 13.130,08
7		35.474,12	- 21.001,02		14.473,09	- 3.708,45	10.764,65	10.764,65	0,75991781	8.180,25	- 4.949,83
8		36.183,60	- 21.197,22		14.986,38	- 3.836,77	11.149,61	11.149,61	0,73069021	8.146,91	3.197,08
9		36.907,27	- 21.395,74		15.511,53	- 3.968,06	11.543,47	11.543,47	0,70258674	8.110,29	11.307,37
10	66.982,05	37.645,42	- 21.596,63		83.030,84	- 4.102,37	78.928,47	78.928,47	0,67556417	53.321,25	64.628,61

Se calcula un coste del capital del 4% anual.

Todo ello, desprende unos datos de VAN, TIR, plazo de recuperación y de VAE de:

VAN	64.628,61
TIR	12,252%
PR	8,79
VAE	8.692,10 €

Esto quiere decir que el proyecto resulta viable porque el VAN es positivo, con un alto beneficio. Es rentable porque el TIR es mayor que el 4%, obteniendo una alta rentabilidad. El plazo de recuperación es de 8 años y 9 meses y medio. El VAE es de

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

8.692'10€, que es el valor equivalente de cobrar esta cantidad cada año de proyecto.

Esta evaluación económica se ha hecho teniendo en cuenta la subvención que pueden concedernos por llevar a cabo prácticas para la gestión de residuos y favorecer la economía circular, pero cabe la posibilidad de que no nos concedan dicha ayuda, por lo que se calcula también ese escenario.

El importe del precio de ventas se incrementa un 10% (llegando a un precio de 55€/tonelada) para hacer frente a la ausencia de la subvención y el modo de vender el producto cambia también, ya que se venderá al por menor, en vez de vender directamente los sacos en grandes cantidades.

Obteniendo los siguientes flujos:

Año	Inversión	Cobros	Pagos	Subvenciones	Flujo antes imp	Impuestos	Flujo desp imp	Flujo diferencial	Factor act	Flujo actual	Flujo acumu
0	-114.356,08	-	-	-	-114.356,08	-	-114.356,08	-114.356,08	1	-114.356,08	-114.356,08
1	-	34.650,00	-19.871,14		14.778,86	-2.355,44	12.423,42	12.423,42	0,96153846	11.945,60	-102.410,48
2	-	35.343,00	-20.053,96		15.289,04	-2.482,98	12.806,05	12.806,05	0,92455621	11.839,92	-90.570,56
3	-	36.049,86	-20.238,95		15.810,91	-2.613,45	13.197,46	13.197,46	0,88899636	11.732,49	-78.838,07
4	-	36.770,86	-20.426,12		16.344,74	-2.746,91	13.597,83	13.597,83	0,85480419	11.623,48	-67.214,59
5	-6.720,00	37.506,27	-20.615,50		10.170,77	-2.883,42	7.287,36	7.287,36	0,82192711	5.989,68	-61.224,91
6	-	38.256,40	-20.807,13		17.449,27	-3.023,04	14.426,23	14.426,23	0,79031453	11.401,26	-49.823,65
7	-	39.021,53	-21.001,02		18.020,51	-3.165,85	14.854,66	14.854,66	0,75991781	11.288,32	-38.535,33
8	-	39.801,96	-21.197,22		18.604,74	-3.311,91	15.292,83	15.292,83	0,73069021	11.174,32	-27.361,01
9	-	40.598,00	-21.395,74		19.202,26	-3.461,29	15.740,97	15.740,97	0,70258674	11.059,39	-16.301,62
10	66.982,05	41.409,96	-21.596,63		86.795,38	-3.614,06	83.181,33	83.181,33	0,67556417	56.194,32	39.892,71

Todo ello, desprende unos datos diferentes de VAN, TIR, plazo de recuperación y de VAE de:

VAN	39.892,71
TIR	4,686%
PR	9,29
VAE	5.365,29 €

Esto quiere decir que el proyecto resulta viable porque el VAN es positivo, con un alto beneficio pero menor que el caso en el que recibimos la subvención. Es rentable porque el TIR es mayor que el 4%, aunque obteniendo una rentabilidad limitada. El plazo de recuperación es de 9 años y casi 4 meses, mayor que el primer caso. El VAE es de 5.365'29€, que es el valor equivalente de cobrar esta cantidad cada año de proyecto.

Que se conceda la subvención o no es determinante ya que obtendremos mayor o menos beneficio, aunque en ambos casos la explotación sería viable y rentable aunque modificando algunos aspectos.

11 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El estudio Básico de Seguridad y Salud se elaborará para prevenir riesgos de accidentes o enfermedades profesionales. Se especifica que a tal efecto debe contemplarse:

- Las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propagan medidas alternativas.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Para ello se cumplirá el Real Decreto 1927/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de presidencia.

Se procedió a la elaboración del Estudio Básico de Seguridad y Salud, debido a las características de la obra, que no superan los umbrales mínimos exigidos por dicha ley para ser bloque documental.

12 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según lo evaluado por las diversas leyes vigentes, es necesaria la realización de la Licencia Ambiental y no es necesario realizar una evaluación de impacto ambiental.

Se puede concluir que las contaminaciones producidas en el periodo de la obra no son relevantes al ser breve el intervalo de tiempo necesario.

Por otro lado, los impactos producidos por la propia explotación, son mínimos, ya que únicamente se realizarán trabajos de maquinaria similares al de una explotación agrícola estándar.

13 DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

- Memoria
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

14 FIRMA DEL PROYECTO

El presente proyecto ha sido realizado en Valladolid a julio de 2023 por el Ingeniero Agrícola Héctor Ballesteros Hernando.

En Valladolid, a julio de 2023

Fdo.: Héctor Ballesteros

ANEJOS

ÍNDICE:

I.	SITUACIÓN ACTUAL.....	52
II.	ESTUDIO CLIMÁTICO	63
III.	ESTUDIO EDAFOLÓGICO	76
IV.	PROCESO DE COMPOSTAJE.....	80
V.	INGENIERÍA DEL PROCESO.....	96
VI.	INGENIERÍA DE LAS OBRAS	115
VII.	ANÁLISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS	118
VIII.	NORMAS DE EXPLOTACIÓN	126
IX.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	131
X.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	137

I. SITUACIÓN ACTUAL

INTRODUCCIÓN

La zona de actuación en la que se va a desarrollar este Proyecto se encuentra entre dos términos municipales, Valladolid, siendo la mayoría de la finca perteneciente a éste, y a Simancas. La finca, por ello, está dividida en más de una parcela:

- Polígono 15, parcela 7, del término municipal de Valladolid, con referencia catastral 47900A015000070000YD y un total de 23'0283 ha.
- Polígono 12, parcela 22, del término municipal de Simancas (Valladolid), con referencia catastral 47162A012000220000JE y un total de 8'3985 ha.
- Polígono 12, parcela 23, del término municipal de Simancas (Valladolid), con referencia 47162A012000230000JS y un total de 0'2438 ha.

En total, las tres parcelas suman una extensión de 31'67 ha, no siendo en su totalidad aprovechable.

Se puede observar detalles de la finca en el plano nº3

Está clasificada como suelo rústico.

Se ha consultado la Oficina Virtual del Catastro y se obtuvieron los siguientes datos de las parcelas.

- Información del SIGPAC
- Datos catastrales
- Información gráfica catastral

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR



Ilustración 10: Ubicación del municipio de Valladolid

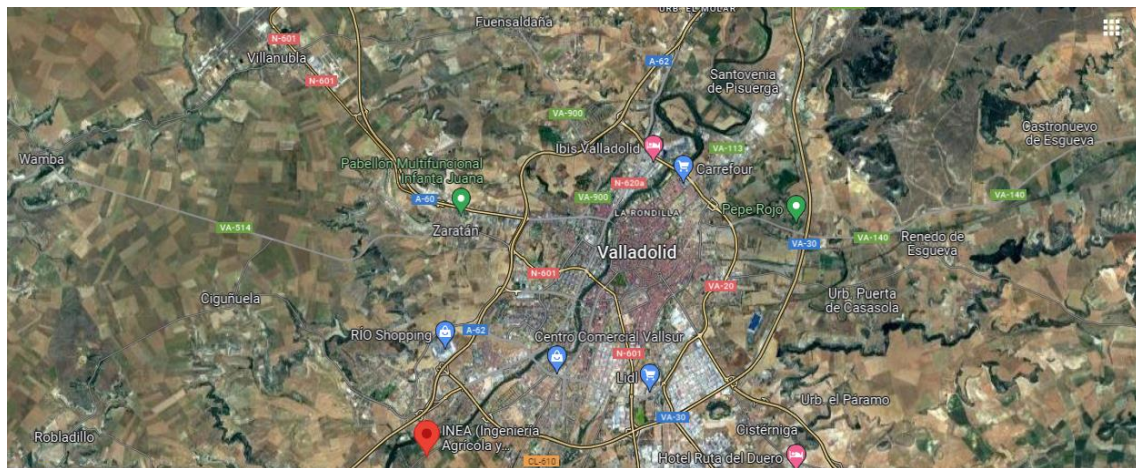




Ilustración 11: Vista aérea de Valladolid




Ilustración 12: Vista aérea de la finca de INEA






Ilustración 13: Ubicación de la instalación

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	47900A015000070000YD  
Localización	CM VIEJO DE SIMANCAS 122 Polígono 15 Parcela 7 EL PERAL. 47008 VALLADOLID (VALLADOLID)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL	
Parcela, a efectos catastrales, con inmuebles de distinta clase (urbano y rústico)	
	Localización CM VIEJO DE SIMANCAS 122 Polígono 15 Parcela 7 EL PERAL. VALLADOLID (VALLADOLID)
	Superficie gráfica 230.283 m ²

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	HR Huerta regadío	01	225.449

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	47162A012000220000JE  
Localización	CM VIEJO DE SIMANCAS 55(E) Polígono 12 Parcela 22 BADARROYO. SIMANCAS (VALLADOLID)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL	
	Localización CM VIEJO DE SIMANCAS 55(E) Polígono 12 Parcela 22 BADARROYO. SIMANCAS (VALLADOLID)
	Superficie gráfica 83.985 m ²

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	CR Labor o labradío regadío	02	82.034

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE			
Referencia catastral	47162A012000230000JS		
Localización	Polígono 12 Parcela 23 BADARROYO, 47130 SIMANCAS (VALLADOLID)		
Clase	Rústico		
Uso principal	Agrario		

PARCELA CATASTRAL	
	Localización Polígono 12 Parcela 23 BADARROYO, SIMANCAS (VALLADOLID)
	Superficie gráfica 2.438 m ²

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	CR Labor o labradío regadío	02	2.438

INFRAESTRUCTURAS

A día de hoy, en la finca se cuenta con una nave que sirve de refugio para la maquinaria, aperos y como almacén de materias primas de pequeño volumen. Dicha nave tiene unas medidas de 20 x 10 m², con un portón de gran tamaño en el hastial. Dentro de ella se encuentra una báscula que permite pesar materias primas que se puedan añadir hasta un límite de 100 kg. Se empleará para realizar las pesadas para elaborar las mezclas.



Ilustración 14: Vista de la nave de almacenamiento

Se cuenta con la plantación de nogales que no se obtiene una producción de ella; no se vende madera ni se obtiene una producción de nueces, por lo que actualmente sólo tienen una función de refugio de fauna. Se mantendrá la plantación y las hojas de estos árboles puede ser objeto de ser compostadas en la instalación, sirviendo así un material secante que se puede aplicar cuando la humedad sea excesiva.



Ilustración 15: Vista de los nogales

La plantación se proyectó en su día con vistas a la producción de madera para vender, pero para la explotación de estos árboles para producción de madera han de desarrollarse más y conseguir un tronco de mayor grosor.

Se encuentra en la finca una explanada sin hormigonar, se trata de tierra compactada con algún que otro empedrado. En esta explanada se almacena el estiércol que se adquiere a la granja de ovino ecológica que se encuentra próxima a la finca. En esta extensión de tierra se diseña la implantación de la solera de hormigón.



Ilustración 16: Situación actual de la zona del proyecto



Ilustración 17: Estiércol almacenado en la explanada



Ilustración 18: Vista del firme de la explanada

La parcela también cuenta con diversas perforaciones que abastecen de agua a la explotación, aunque el mayor volumen de agua que abastece a la zona agraria de la finca se toma directamente del río Pisuerga gracias a un sistema de bombas.

En la finca se cuenta también con una era, al lado de la nave de guarda de maquinaria, que servirá de depósito para almacenar la maquinaria temporalmente cuando se esté trabajando con ella pero se hagan descansos.

En una zona cercana a los huertos, se halla el actual depósito de restos vegetales donde los hortelanos depositan los residuos vegetales que se generan en su parcela, como flora adventicia, restos vegetales del cultivo, etc. Esta zona se seguirá utilizando con el mismo fin, pues presenta la ventaja de estar cercana a los huertos para facilitar el transporte del material a los hortelanos, y de aquí se recogerá el material necesario para la elaboración del compost.

Se estima que la producción de restos vegetales que se depositan aquí es de unos 600 metros cúbicos (20m x 10m x 3m).

La finca se encuentra dada de alta en la red de abastecimiento de agua potable del municipio de Valladolid, aunque no se empleará este agua por su elevado coste.

Anexo a la edificación de la universidad, se encuentran los laboratorios de INEA, que se

emplearán y se acudirán a ellos para realizar distintos análisis sobre los parámetros que se deben de controlar en el compost y al que se ha acudido para la realización de este proyecto para la consulta de datos y demás información.



Ilustración 19: Era de maquinaria

MAQUINARIA

En la finca actualmente ya se cuenta con la siguiente maquinaria que resulta imprescindible para el proceso productivo:

- Tractor New Holland TD 5.95 de 95cv de potencia que se emplea para las labores agrícolas de la finca.
- Pala acoplada al tractor
- Cazo acoplada a la pala de 800 litros de capacidad.
- Trituradora mecánica para reducir el tamaño de los restos de poda que se generan en la explotación.
- Un remolque de 36 m³ que se empleará para el transporte del material.



Ilustración 20: Tractor con pala acoplada de la finca



Ilustración 21: Pala del tractor



Ilustración 22: Cazo acoplado a la pala del tractor

II. ESTUDIO CLIMÁTICO

CLIMATOLOGÍA:

La zona sobre la que vamos a realizar el estudio climático es la finca de INEA situado al suroeste de Valladolid Castilla y León está a 7,27 km de Valladolid y a 3,20 de Simancas.

El uso que se le da al suelo es básicamente de labor agrícola en regadío destacando cereal, guisante y demás leguminosas.

El observatorio del que se han tomado los datos es el de Valladolid ya que es el más cercano de la de la finca.

Las coordenadas del observatorio son:

Indicativo 2422

Latitud: 41° 38' 27" N

Longitud 4° 45' 16" W

Altitud: 735 m

La climatología de la zona es un factor importante a tener en cuenta, ya que el compost no se desarrollará adecuadamente bajo ciertas circunstancias como temperaturas demasiado elevadas o demasiado bajas, al igual que habrá que tener especial cuidado y diseñar una estructura que proteja al compost de la radiación solar elevada o de las precipitaciones si se coloca en una zona con alta pluviometría.

Como se enunció en el Anejo IV de "Proceso del Compostaje", el compost requiere de temperaturas suaves, admite temperaturas frías en invierno aunque ello conlleve una disminución de la velocidad de degradación de la materia orgánica. Resiste a las heladas tardías aunque esto haga que el desarrollo se ralentice por unos días más. En caso que las temperaturas sean elevadas deberá cuidarse minuciosamente la humedad del montón, ya que podría desecarse y perjudicar el crecimiento de los microorganismos del compost o incluso acabar con ellos. Cuando se alcancen ciertos límites de temperatura y humedad deberá removerse el montón para favorecer la entrada de aire que disminuya la temperatura y la humedad.

El crecimiento óptimo de los microorganismos y por ende la degradación de la materia orgánica se da en los meses de primavera y otoño (aunque principalmente la primera), cuando se alcanzan temperaturas de 20°C y hay una humedad ambiental óptima.

La pluviometría de la zona es un factor también significativo ya que un compost que se encuentre a la intemperie sin cubrir en una localización con lluvias abundantes y frecuentes puede llegar a pudrirse, echando todo el proceso a perder y desprenderá un olor fuerte y desagradable además de aumentar notablemente la cantidad de lixiviados cargados de nutrientes que puedan acarrear problemas en la zona. Si se proyecta realizarlo en una zona con baja pluviometría y humedad se deberá diseñar un sistema de riego que permita mantener un nivel óptimo de humedad del montón.

El estudio climatológico pertenece al término municipal de Valladolid, cuyas coordenadas son:

Latitud: 41° 39' 8" Norte

Longitud: 4° 43' 24" Oeste

Altitud: 690 msnm

- Factores climáticos:

Continentalidad:

Estas son las principales características del clima continental:

Presente por casi todo el hemisferio norte, en Asia central, Irán, Estados Unidos, Canadá y Europa central y occidental. Aunque también se da en algunos territorios del hemisferio sur como en el interior de Argentina y en el norte de África.

Es conocido como zona climática templada, ya que es característico de latitudes medias. Presenta temperaturas claramente marcadas con veranos lluviosos y calientes, e inviernos fríos y secos.

En primavera las temperaturas van entre los 5°C y los 15°C, y respecto a las precipitaciones son escasas, aunque se pueden alcanzarlos 40 mm mensuales.

En verano se alcanzan temperaturas máximas de 32°C, y en cuanto a su pluviometría se alcanzan entre los 50 y 100 mm al mes.

Cuando llega el otoño la temperatura empieza a descender hasta los 10°C de mínima y como máxima, hasta los 20°C. Produciéndose las primeras heladas al terminar el mes de septiembre.

El invierno es la estación más fría, en la que se producen grandes heladas y nevadas. En esta estación se alcanzan como temperatura máxima los 10°C, y de mínima el termómetro sobrepasa las temperaturas bajo cero llegando a los -10°C.

Índice de Gorcynski= $1'7 * [(tm_{12} - tm_1) / \text{sen}\theta] - 20'4 = 1'7 * [(21'2 - 3'4) / \text{sen } 41'6^\circ] - 20'4 = 25'18$

Clima continental

tm_{12} = temperatura media del mes más cálido.

tm_1 = temperatura media del mes más frío

<10: clima marítimo

10-20: clima semimarítimo

20-30: clima continental

>30: clima muy continental

Índice de Kerner= $100 * [(tm_x - tm_{iv}) / (tm_{12} - tm_1)] = 100 * [(12'3 - 9'5) / (21'2 - 3'4)] = 15'73$

Clima continental

tm_x = temperatura media de octubre.

tm_{iv} = temperatura media de abril.

tm_{12} = temperatura media del mes más cálido.

tm_1 = temperatura media del mes más frío.

>26: clima marítimo

18-26: clima semimarítimo

10-18: clima continental

<10: clima muy continental

De estos índices se concluye que Valladolid se encuentra en una zona con clima continental.

Radiación:

La radiación depende directamente de la latitud y de la época del año.

Media de horas de sol al año: 3.016

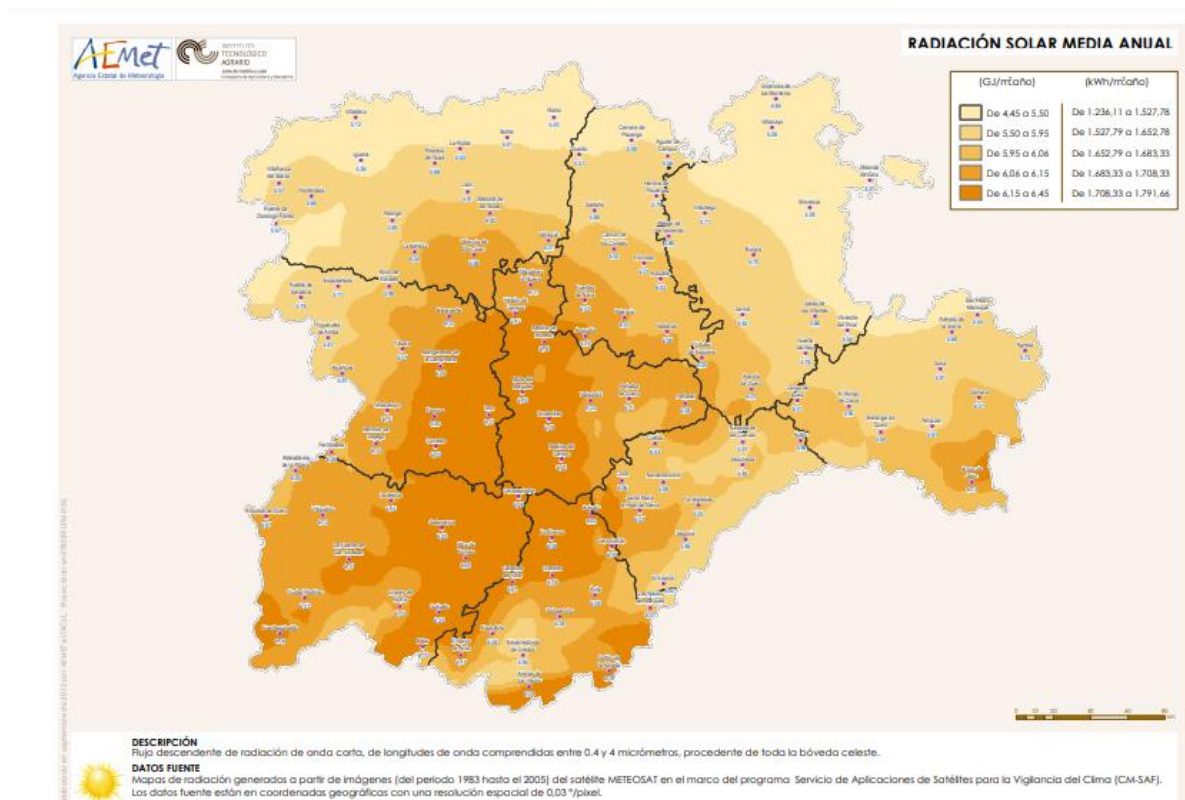


Ilustración 23: Mapa de la radiación solar anual media

Pluviometría:

Índice de pluviosidad de Lang:

$$I_L = P/tm = 447/11'7 = 38'2$$

Zona árida aunque dependiendo del año puede pertenecer a la húmeda de estepa y sabana.

P= precipitación media anual

t_m = temperatura media anual

$I_L < 20$: Desierto

$20 < I_L < 40$: Zona árida

$40 < I_L < 60$: Zona húmeda de estepa y sabana

$60 < I_L < 80$: Zona húmeda de bosques ralos

$100 < I_L < 160$: Zona húmeda de bosques densos

$160 < I_L$: Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Índice de aridez de De Martonne:

$$I_M = P / (t_m + 10) = 447 / (11.7 + 10) = 20.6$$

Zona subhúmeda, aunque algunos años puede pertenecer a la semiárida de tipo mediterráneo.

P = precipitación media anual

t_m = temperatura media anual

0 – 5	Desiertos (hiperárido)
5 – 10	Semidesierto (árido)
10 – 20	Semiárido de tipo mediterráneo
20 – 30	Subhúmeda
30 – 60	Húmeda
>60	Perhúmeda

Como se puede observar a través de estos índices, la zona pluviométrica en la que se encuentra Valladolid puede variar de un año a otro, pero en la práctica se trata de una zona intermedia clima semiárido de tipo mediterráneo, al igual que se encuentra la mayoría de la meseta de la península Ibérica.

RÉGIMEN DE HELADAS:

De las gráficas que se muestran a continuación podemos obtener los siguientes datos:

- Fecha más temprana de primera helada: 24 de octubre
- Fecha más tardía de la primera helada: 15 de diciembre
- Fecha más temprana de última helada: 16 de febrero
- Fecha más tardía de última helada: 12 de mayo
- Mínima absoluta alcanzada y fecha: -10'8°C, el 25 de diciembre de 2001
- El periodo máximo de heladas: 24 de octubre al 12 de mayo
- El periodo mínimo de heladas: 15 de diciembre al 16 de febrero

	Media	Uds	STD
Número medio de días con temperatura mínima ≥ 20 °C en otoño	0.7	s.u.	0.4
Número medio de días con temperatura mínima ≥ 20 °C en verano	0.5	s.u.	0.2
Número medio de días con temperatura mínima ≥ 20 °C anual	0.5	s.u.	0.2
Número medio de días con temperatura mínima ≤ 0 °C en invierno	47.8	s.u.	3.0
Número medio de días con temperatura mínima ≤ 0 °C en otoño	12.2	s.u.	1.5
Número medio de días con temperatura mínima ≤ 0 °C en verano	0.0	s.u.	0.0
Número medio de días con temperatura mínima ≤ 0 °C en primavera	18.0	s.u.	2.5
Número medio de días con temperatura mínima ≤ 0 °C anual	78.0	s.u.	6.8
Número medio de días con temperatura máxima ≥ 25 °C en invierno	1.0	s.u.	0.0
Número medio de días con temperatura máxima ≥ 25 °C en otoño	20.1	s.u.	2.7
Número medio de días con temperatura máxima ≥ 25 °C en verano	70.1	s.u.	4.2
Número medio de días con temperatura máxima ≥ 25 °C en primavera	7.2	s.u.	1.4
Número medio de días con temperatura máxima ≥ 25 °C anual	97.2	s.u.	7.0
Temperatura media de las mínimas de diciembre	0.6	°C	0.5
Temperatura media de las mínimas de noviembre	2.2	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de octubre	6.3	°C	0.3

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

Temperatura media de las mínimas de septiembre	10.0	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de agosto	12.6	°C	0.5
Temperatura media de las mínimas de julio	12.7	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de junio	10.1	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de mayo	6.7	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de abril	3.4	°C	0.5
Temperatura media de las mínimas de marzo	1.5	°C	0.4
Temperatura media de las mínimas de febrero	0.1	°C	0.5
Temperatura media de las mínimas de enero	-0.9	°C	0.5
Temperatura media de las mínimas anual	5.4	°C	0.4
Temperatura media de las máximas de diciembre	8.4	°C	0.5
Temperatura media de las máximas de noviembre	12.1	°C	0.6
Temperatura media de las máximas de octubre	18.3	°C	0.6
Temperatura media de las máximas de septiembre	25.1	°C	0.5
Temperatura media de las máximas de agosto	29.3	°C	0.6
Temperatura media de las máximas de julio	29.8	°C	0.6
Temperatura media de las máximas de junio	25.2	°C	0.7
Temperatura media de las máximas de mayo	19.8	°C	0.7
Temperatura media de las máximas de abril	15.7	°C	0.8
Temperatura media de las máximas de marzo	14.2	°C	0.8
Temperatura media de las máximas de febrero	10.8	°C	0.8
Temperatura media de las máximas de enero	7.7	°C	0.6
Temperatura media de las máximas anual	18.0	°C	0.6
Temperatura media de diciembre	4.5	°C	0.5
Temperatura media de noviembre	7.1	°C	0.5
Temperatura media de octubre	12.3	°C	0.5
Temperatura media de septiembre	17.5	°C	0.5

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

Temperatura media de agosto	20.9	°C	0.5
Temperatura media de julio	21.2	°C	0.5
Temperatura media de junio	17.7	°C	0.5
Temperatura media de mayo	13.2	°C	0.6
Temperatura media de abril	9.5	°C	0.6
Temperatura media de marzo	7.9	°C	0.6
Temperatura media de febrero	5.4	°C	0.6
Temperatura media de enero	3.4	°C	0.5
Temperatura media anual	11.7	°C	0.5
Número medio de días con precipitación superior a 1mm en invierno	19.7	s.u.	0.5
Número medio de días con precipitación superior a 1mm en otoño	16.6	s.u.	1.0
Número medio de días con precipitación superior a 1mm en verano	10.1	s.u.	0.6
Número medio de días con precipitación superior a 1mm en primavera	20.3	s.u.	1.1
Número medio de días con precipitación superior a 1 mm anual	66.7	s.u.	2.7
Número medio de días con precipitación superior a 0.1mm en invierno	25.8	s.u.	2.4
Número medio de días con precipitación superior a 0.1mm en otoño	20.9	s.u.	2.3
Número medio de días con precipitación superior a 0.1mm en verano	13.0	s.u.	1.3
Número medio de días con precipitación superior a 0.1mm en primavera	26.1	s.u.	2.4
Número medio de días con precipitación superior a 0.1mm anual	85.8	s.u.	7.7
Precipitación media de diciembre	55	mm	1
Precipitación media de noviembre	48	mm	1
Precipitación media de octubre	45	mm	1
Precipitación media de septiembre	30	mm	1
Precipitación media de agosto	18	mm	2
Precipitación media de julio	18	mm	0
Precipitación media de junio	36	mm	1
Precipitación media de mayo	52	mm	2

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

Precipitación media de abril	45	mm	1
Precipitación media de marzo	23	mm	1
Precipitación media de febrero	31	mm	1
Precipitación media de enero	40	mm	1
Precipitación media anual	447	mm	11

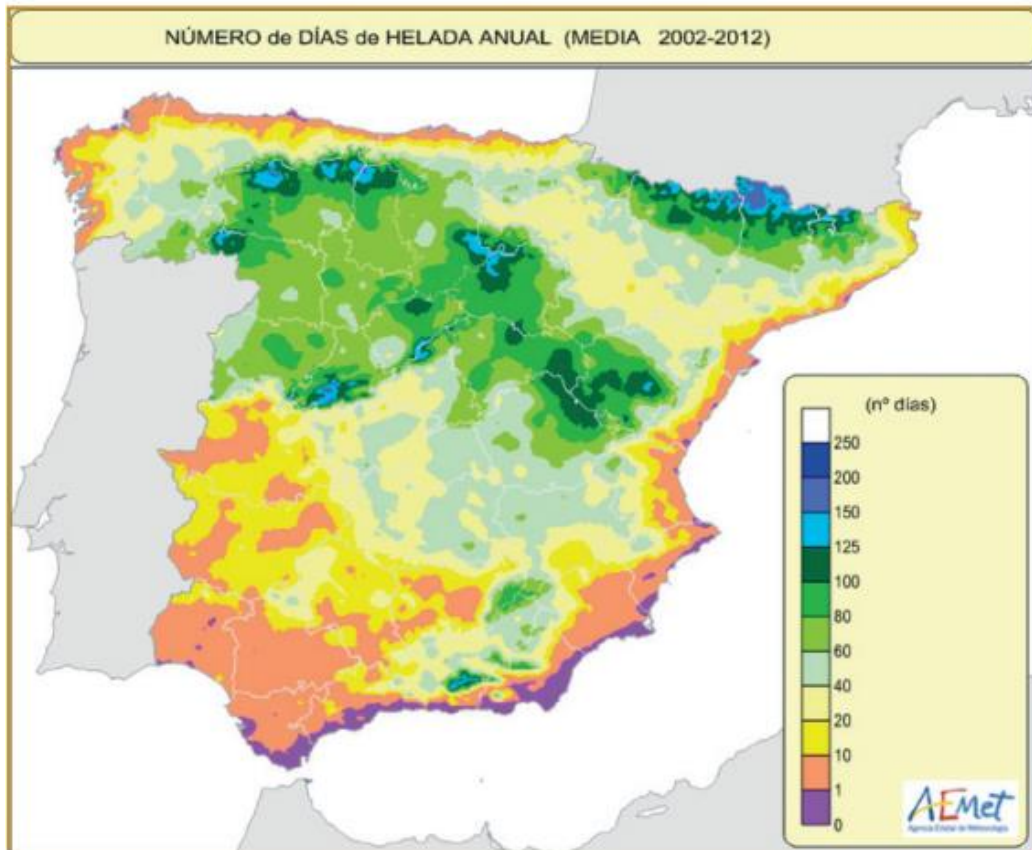


Ilustración 24



Ilustración 25

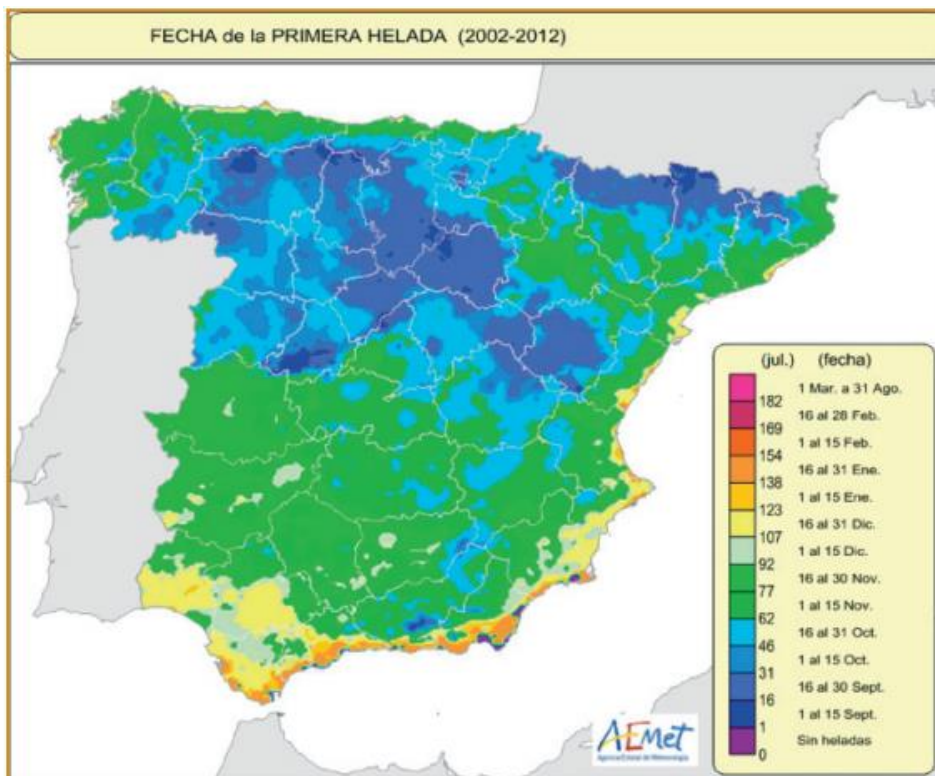


Ilustración 26

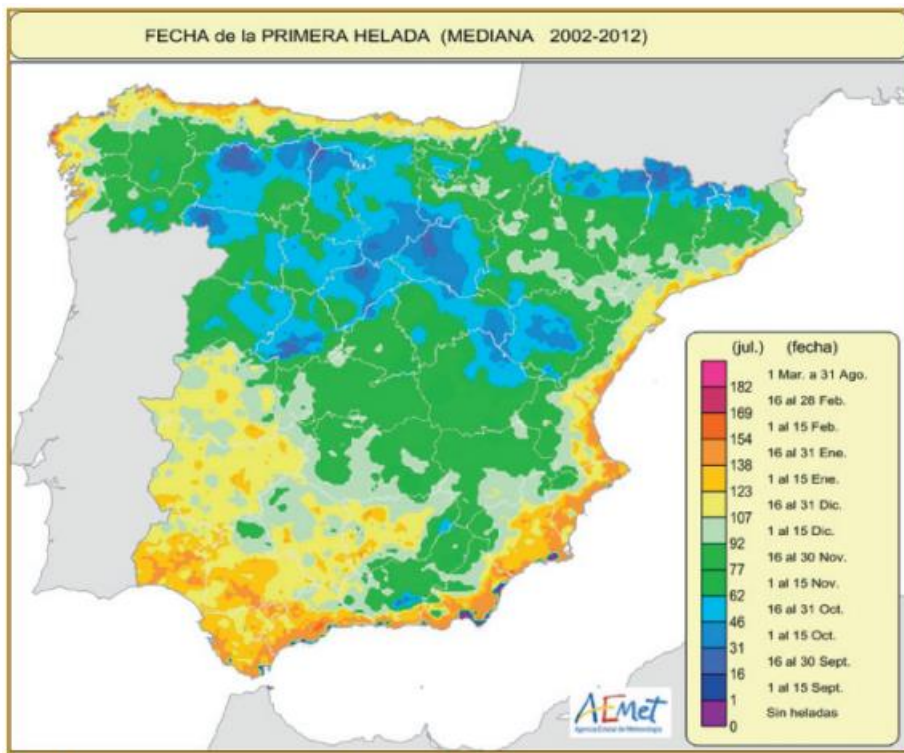


Ilustración 27

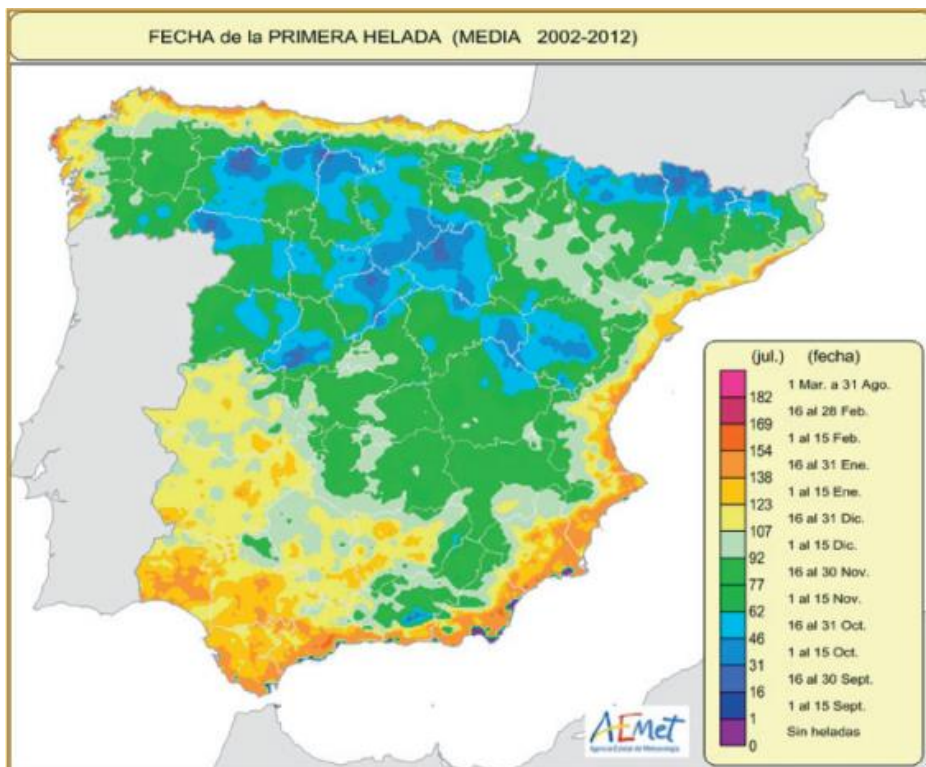


Ilustración 28

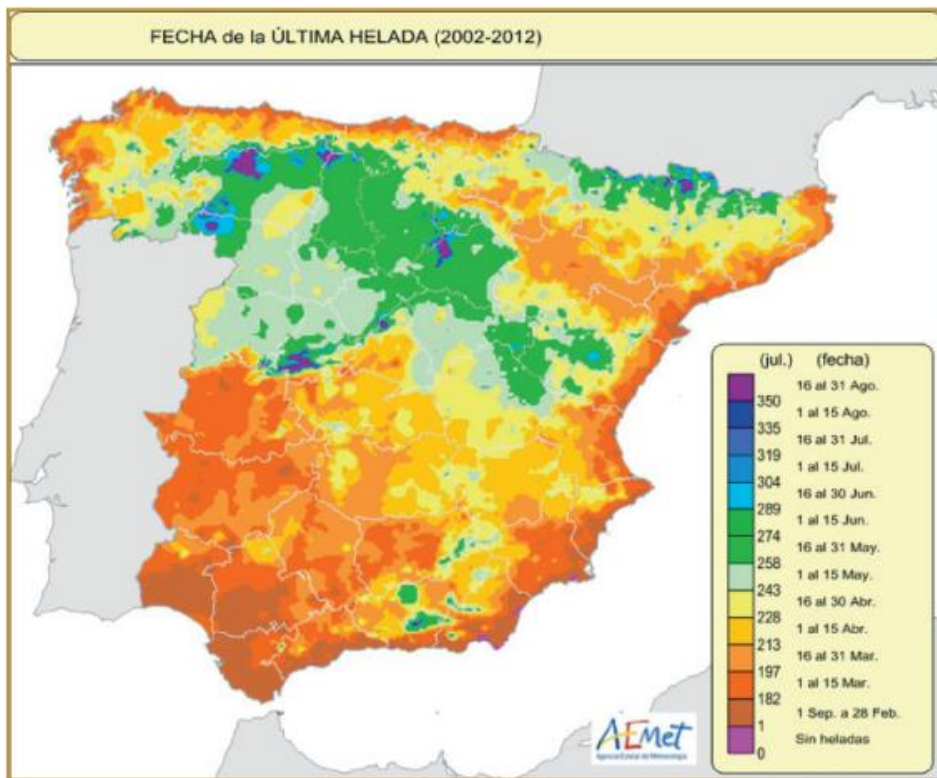


Ilustración 29

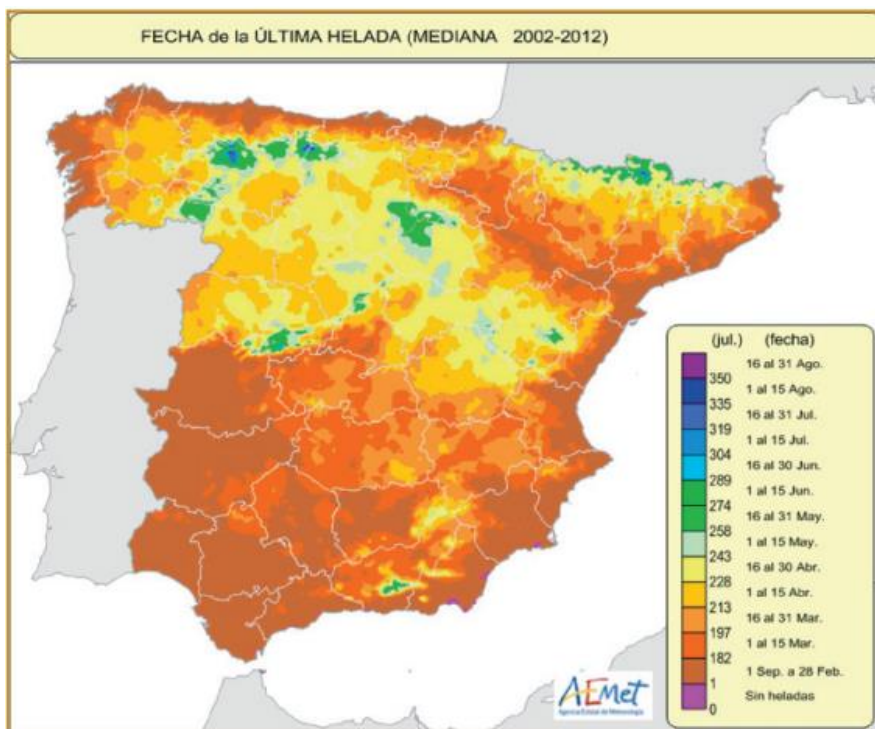


Ilustración 30

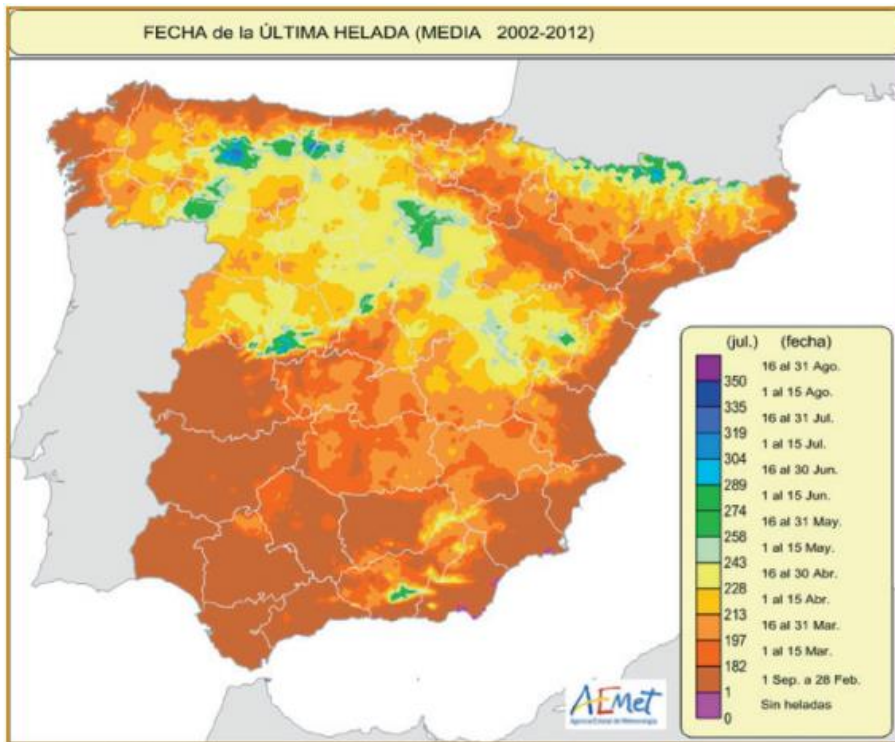


Ilustración 31

<https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/municipios/valladolid-id47186>

<https://www.ecologiaverde.com/clima-continental-que-es-caracteristicas-y-tipos-2983.html>

<https://es.weatherspark.com/y/35791/Clima-promedio-en-Valladolid-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

III. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA:

Localización: la finca de estudio se encuentra al sur de la vega del río Pisuerga. Linda con la ciudad de Valladolid al noroeste y este, al sur con el término municipal de Simancas y al norte atravesando el río se encuentra Arroyo de la encomienda, como puede observarse en la ilustración 1.

La zona de acción está delimitada por el río Pisuerga al norte y el camino viejo de Simancas al sur, al oeste se encuentra limitado por la urbanización el Pichón y al este por la finca el Pino.

Dicha finca está situada a una altura de 684 m sobre el nivel del mar. Por otra parte el río se sitúa a una altura de 681 m. La extensión del terreno se puede considerar de llanura sin desniveles aparentes aunque tiene una cierta inclinación hacia el río, como es lógico. En las cercanías de la Vega del río si hay una fuerte depresión enmarcando el canal de inundación del río Pisuerga.

- Características físicas y morfológicas de la finca y terrenos aledaños

Por lo general, el medio físico es relativamente heterogéneo predominando los terrenos arcillosos y pesados en las zonas cercanas al río y, conforme se van alejando al este, comienza a incrementarse el porcentaje de arenas que crea terrenos sueltos y ligeros.

Estas características son sin duda fruto de los agentes geomorfológicos externos. En las zonas alejadas a los ríos el aire erosiona la roca caliza madre creando suelos arenosos alcalinos y con una granulometría mayor al igual que las aguas salvajes. Por el contrario en las terrazas y cercanías de los cauces fluviales las llanuras aluviales son receptoras de grandes cantidades de sedimentos que el río se arrastra y deposita en estos terrenos.

- Características geológicas de la parcela:

Puesto que la zona de acción se encuentra en las cercanías del río Pisuerga, la sedimentación es fundamental. Este proceso tuvo lugar principalmente en la era terciaria dando como resultado el encajonamiento progresivo del cauce del río así como la formación de las terrazas. Destacan 5 terrazas:

- Primera terraza: inmediata al río formando la llanura de inundación de este
- La segunda y la tercera terraza son muy similares, predominando la textura limo-arenosa y se elevan más de 7 m del agua y bajan de forma progresiva

creando una pendiente más o menos pronunciada.

- Cuarta terraza bien alineada paralela al cauce.
- Quinta terraza con textura arenosa y de gran granulometría acompañada de gravas calizas y cuarcitas.

Agua superficial:

El río Pisuerga nace en la Cuenca glacial de cobardes en el Cel de la fuente (Palencia) tiene un recorrido subterráneo que tras 3 km emerge en fuente del Cobre. El curso del río discurre con tranquilidad, en el que se aunque pueden diferenciarse los distintos tramos, en ningún momento su recorrido es bravío o salvaje.

A lo largo de su cauce de unos 283 km actúa como frontera de distintos municipios de Palencia y Burgos y desemboca en el margen derecho del río Duero en el municipio de Geria (Valladolid) tratándose así del mayor afluente del río Duero con un caudal medio de 82 m^3 por segundo (2.589 hectómetros cúbicos al año).

Tiene una marcada estacionalidad ya que puede crecer mucho aunque lleva prácticamente en todo su tramo de agua durante todo el año. La Cuenca hidrográfica tiene una superficie de 15.828 km^2 .

Agua subterránea:

Son aquellas que por infiltración de las precipitaciones, aguas salvajes o cauces fluviales se filtra, quedando estancada o en movimiento bajo la superficie. De la mayor o menor infiltración del terreno son partícipes la topografía y la textura del suelo, condicionando así las características del agua. El acuífero que riega la zona de estudio y los alrededores es el denominado sistema, es el denominado sistema número 8 que tiene una superficie de unos 6.634 km^2 , regando las toda la zona del centro del Duero. Tiene unos recursos medios estimados de 12 hectómetros cúbicos/año.

Este gran sistema número 8 se divide a su vez en cuatro regiones situándose esto en la región de los arenales. Se trata de una acumulación de agua de origen terciario caracterizada por las formaciones de arenas y gravas.

El agua aflora a baja profundidad ya que a los 9 m se puede encontrar agua. Debido a la cuantiosa cantidad de agua el nivel baja rápidamente se pueden hacer perforaciones de poca profundidad. Se debe a que el agua se acumula en un acuífero de baja profundidad y espesor, a partir del cual se va filtrando lentamente a los acuíferos situados en capas inferiores esta agua aflora a la superficie en el cauce del río Duero.

Estudiar la presencia de aguas subterráneas es de vital importancia ya que los lixiviados pueden llegar hasta el agua que aquí se encuentra presente y contaminar el acuífero.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

	PIVOT-FRENTE DIRECCIÓN	NAVE	ASPRONA	PICHÓN ABAJO	PICHÓN CARRETERA	HUERTOS
FINCA INEA						
VALLADOLID						
Limo	22,1	16,0	20,1	18,1	12,9	18,1
Arena	60,8	71,0	60,8	64,9	76,1	58,7
Arcilla	17,1	13,0	19,1	17,1	11,0	23,2
Textura	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARENOSA	FRANCO-ARCILLO-ARENOSA
Terreno	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
pH	8,52	8,43	8,68	8,51	8,57	8,54
M.Org.	1,85	2,09	1,46	1,45	1,05	3,92
Nitrógeno	0,110	0,122	0,097	0,092	0,064	0,219
C/N	9,7	10,0	8,7	9,2	9,4	10,4
C.Total	0,78	0,54	5,52	0,76	1,19	2,84
Cal.Activa						
P	26,3	56,4	30,1	16,9	17,6	106,4
K	535	327	595	312	161	1.020
Mg	229	172	230	194	115	365
Ca	4.050	3.100	7.190	3.140	3.700	6.590
Na	16	14	26	21	9	49
Val. pH	ALCALINO	ALCALINO	MUY ALCALINO	ALCALINO	MUY ALCALINO	ALCALINO
Val. Conduct	NO SALINO	NO SALINO	NO SALINO	NO SALINO	NO SALINO	NO SALINO
Val. m. o.	NORMAL	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	MUY ALTO
Val. N	NORMAL	NORMAL	BAJO	BAJO	BAJO	ALTO
Relación C/N	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
Val. Carbonatos	MUY BAJO	MUY BAJO	BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO
Val. Caliza Act						
Val. P	ALTO	MUY ALTO	ALTO	NORMAL	NORMAL	MUY ALTO
Val. K	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	NORMAL	MUY ALTO
Val. Mg	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	NORMAL	MUY ALTO
Val. Ca	ALTO	NORMAL	MUY ALTO	NORMAL	NORMAL	MUY ALTO
Val. Na	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO	MUY BAJO

Ilustración 32: Resultados del análisis edafológico

CONCLUSIONES:

Viendo las características y condiciones expuestas anteriormente resulta lo siguiente:

- el terreno se asienta sobre materiales de la era cuaternaria.
- al tener una topografía llana sin pendientes acusadas es ideal para la construcción.
- la capacidad de carga del terreno es alta y su permeabilidad moderada.
- por su cercanía al cauce y acuíferos se dispone continuamente de agua siempre que se use con responsabilidad.
- el agua puede ser perfectamente apta para el consumo para el riego.

Con todos estos factores se concluye que es un buen emplazamiento para la realización del proyecto solicitado.

IV. PROCESO DE COMPOSTAJE

El objetivo del proyecto es obtener un compost de calidad y seguro, con buenos indicadores al final del proceso y completamente maduro en el menor tiempo posible.

Hasta llegar a este punto de total maduración, el compost pasa por cuatro etapas:

1- Etapa de latencia:

Ocurre desde que aportamos los restos hasta que estos alcanzan una temperatura de 40°C. La pila se va poblando de bacterias que empiezan a descomponer los restos orgánicos. Dura desde unas pocas horas hasta varios días.

2- Etapa de descomposición primaria:

En esta fase desaparecen las moléculas más fácilmente degradables liberando energía, agua, CO₂ y amoníaco y los biopolímeros como la lignina y la celulosa quedan parcialmente alterados. La actividad microbiana comienza a generar calor y la temperatura aumenta hasta llegar a los 60-70°C. Esta temperatura higieniza el medio, eliminando larvas, patógenos y esterilizando las semillas. Según se va descomponiendo, disminuye la actividad bacteriana, y con ella la temperatura. En esta etapa, los materiales pierden su aspecto original y se observa una gran disminución del volumen del montón, lo que permitirá realizar nuevos aportes a la compostera. En este proyecto no se realizan nuevas aportaciones ya que el sistema es "All in all out", es decir, entra todo el montón y sale todo el montón.

La duración de esta primera fase suele ser de 4-6 semanas, aunque si se lleva a cabo de forma intensiva (recintos cerrados y aireación forzada) puede reducirse a 2-4 semanas.

3- Etapa de maduración:

Tiene lugar cuando el montón alcanza la temperatura ambiente. Los organismos que actúan en esta fase son básicamente invertebrados como cochinillas, lombrices, etc., que se encargan de terminar la descomposición y obtener un producto estable: el compost maduro. Los biopolímeros pasan a ser las estructuras básicas de las macromoléculas que incluirán parte del nitrógeno contenido en los materiales iniciales dando lugar a materia orgánica parecida a las sustancias húmicas del suelo. Se produce la condensación y

repolimerización de los productos intermedios formados en la etapa anterior para dar lugar a ácidos húmicos. En esta etapa el requerimiento de oxígeno es menor que en la fase de descomposición. Este compost tiene textura granular, color oscuro y olor a tierra de bosque. Se requiere de 6-10 semanas.

4- Etapa final:

El montón se estabiliza y los nutrientes ya se encuentran disponibles para la planta y no son fitotóxicos.

La duración de las distintas etapas del proceso de compostaje es variable, ya que depende de la riqueza de la materia orgánica, del control que se lleva a cabo del proceso, de la calidad de la mezcla, de los sistemas tecnológicos utilizados, etc.



Ilustración 33: Etapas del proceso de compostaje y la temperatura de cada periodo

A medida que el compost va madurando pasa por distintas fases con respecto a la temperatura.

La temperatura siempre se considera uno de los parámetros más importantes de seguimiento, ya que es el indicio más evidente de que el compostaje se está desarrollando de forma adecuada por darse fases claramente diferenciadas en cuanto a la variación de este parámetro.

Es de vital importancia a la vez analizar los microorganismos implicados en cada fase:

- Fase mesófila inicial:

La temperatura aumenta desde el ambiente hasta aproximadamente 40°C.

- Fase termófila:

En esta fase la temperatura aumenta desde 40-45°C hasta que la generación de calor se iguala a la pérdida de este, alcanzándose así la temperatura máxima del proceso, lo que ocurre aproximadamente a unos 80°C, donde finaliza esta fase. A causa de la mayor actividad de las bacterias aeróbicas se genera calor y mayor cantidad de CO₂ por la descomposición de la materia orgánica, lo que se traduciría en una disminución del oxígeno, por lo que el compost se voltea para evitar la disminución de este, manteniéndolo en todo momento controlado por ser un proceso aeróbico. Cuando la concentración de oxígeno es suficiente, la temperatura aumenta, ya que se acelera la estabilidad y la madurez del compost.

- Fase mesófila final o de enfriamiento:

Comienza al alcanzarse la temperatura máxima en la fase termófila. A partir de ella, la temperatura comienza a descender desde una temperatura que oscila en torno a 80°C hasta algo menos de los 30°C.

- Fase de maduración:

Al finalizar el proceso, los valores de la temperatura se igualan a los del ambiente, a no ser que el compost no esté maduro completamente, lo cual se debería a una humedad demasiado baja. Hay que mantener la temperatura controlada porque las bajas temperaturas se traducen en una transformación lenta de los residuos y las que son demasiado altas higienizan, pero secan la pila, reduciendo la actividad biológica. Por otra parte, cada tipo de microorganismo tiene su propio intervalo de temperaturas óptimas para el cual hay una mejor actividad.

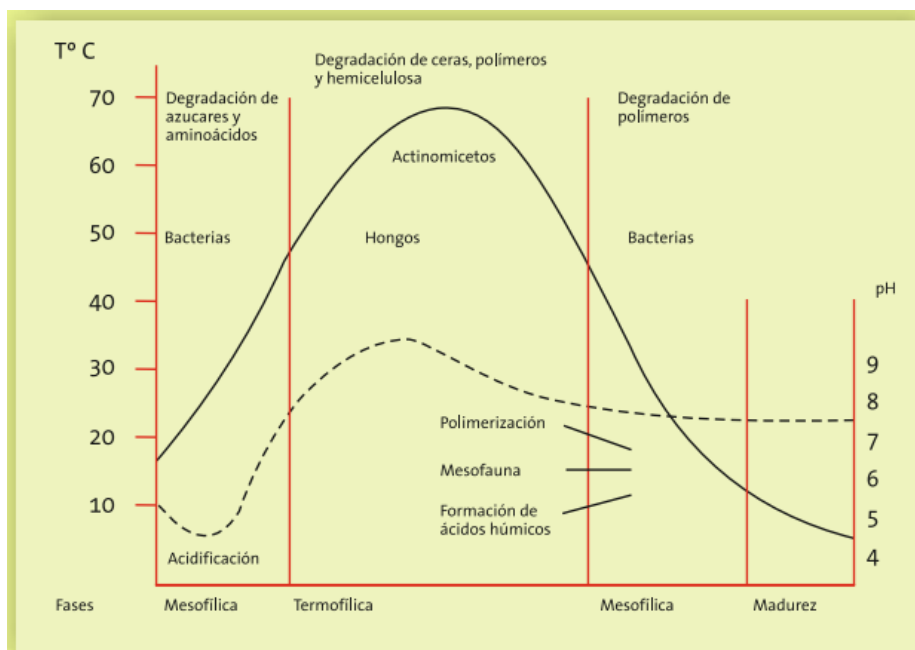


Ilustración 34: Gráfica de la evolución de la temperatura y el pH durante el compostaje

Es de vital importancia que el compost alcance las temperaturas anteriormente descritas, ya que de esta forma se consigue higienizar el material al acabar con microorganismos patógenos que es frecuente su frecuencia en este medio orgánico.

Al llevar el compost a estos rangos de temperatura también conseguimos higienizar el material al conseguir eliminar microorganismos patógenos y parásitos.

Organismos	50°C	55°C	60°C
<i>Salmonella thyphosa</i>		30 min	20 min
<i>Salmonella sp</i>		60 min	15/20 min
<i>Shigella sp</i>		60 min	
<i>Escherichia coli</i>		60 min	15/20 min
<i>Streptococcus pyogens</i>		10 min	
<i>Mycobacterium diptheriae</i>		45 min	
<i>Brucelius sp</i>		60 min	3 min
<i>Trichinella spiralis</i>			1 seg
<i>Necator</i>	50 min		
<i>Ascaris lumbricoides (huevos)</i>		60 min	
<i>Entamoeba histolytica (quistes)</i>		1 seg	

Ilustración 35: Tabla de los principales patógenos presentes en el compost y la temperatura y el tiempo necesarios para eliminarlos

Grupo microbiano	Patógenos Vegetales		Patógenos humanos		
	Microorganismo	Temp. (°C)	Micro-organismo	Tiempo (min.)	Temp. (°C)
Hongos	<i>Phytophthora cinnamoni</i>	40-50			
	<i>Phytophthora infestans</i>	55			
	<i>Pythium irregulare</i>	40-50			
	<i>Rhizoctonia solani</i>	40-60			
	<i>Botrytis cinerea</i>	35-50			
	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	54-70			
	<i>Fusarium oxysporum</i>	40-65			
	<i>Fusarium solani</i>	55			
	<i>Botrytis allii</i>	60			
	<i>Phomopsis sclerotioides</i>	60			
	<i>Phytophthora cryptogea</i>	60			
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	55			
	<i>Sclerotium cepivorum</i>	48-57			
	<i>Stromatinia gladioli</i>	57			
	<i>Verticillium spp.</i>	40-60			
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	55-57				
Bacterias	<i>Clavibacter michiganensis michiganensis</i>	35	<i>Salmonella typhi</i>	30	55-60
	<i>Erwinia amylovora</i>	40	<i>Shigella</i>	20	60
	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	40-50	<i>Escherichia coli</i>	60	55
	<i>Pseudomonas savastanoi phaseolicola</i>	35	<i>Brucella abortus</i>	3	61
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	52	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	20	67
Virus	<i>Cucumber Green Mottle Mosaic Virus</i>	72			
	<i>Melon Necrotic Spot Virus</i>	55			
	<i>Pepper Mild Mottle Virus</i>	55-60			
	<i>Tomato Mosaic Virus</i>	47-92			
	<i>Tobacco Necrosis Virus</i>	50			
	<i>Tobacco Rattle Virus</i>	68			
	<i>Tomato Spotted Wilt Virus</i>	60			
Nematodos y/o parásitos	<i>Globodera pallida</i>	35	<i>Entamoeba histolytica</i>	—	68
	<i>Globodera rostochiensis</i>	33	<i>Taenia saginata</i>	5	71
	<i>Heterodera schachtii</i>	52	<i>Trichinella</i>	60	62
	<i>Meloidogyne incognita</i>	52-57			

Ilustración 36: Patógenos presentes en el compost

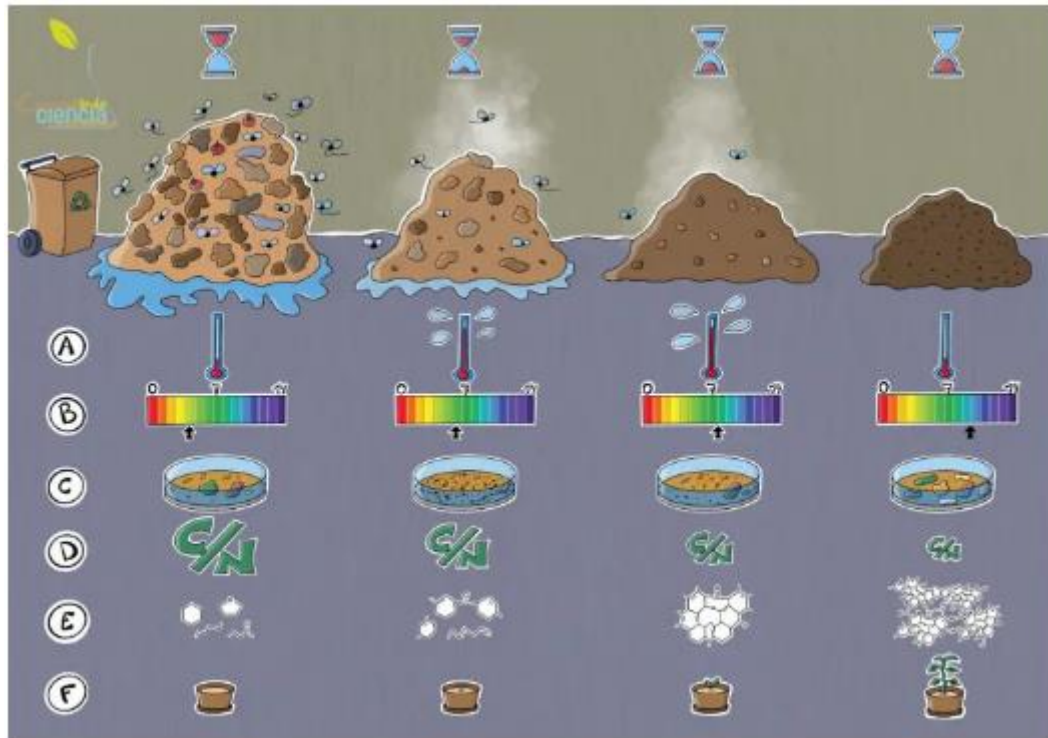


Ilustración 37: Dibujo de la evolución de la temperatura, pH, microorganismos, relación C/N, polímeros de la materia orgánica y presencia de sustancias fitotóxicas

Según se puede observar en la ilustración 28, la evolución del proceso de compostaje se caracteriza por varios factores como la subida de la temperatura de las pilas (A) durante la fase más activa del proceso (llegando incluso a 70°C), la alcalinización de los sustratos (B), la proliferación de microorganismos con el tiempo (C), la relación entre el carbono y en nitrógeno disponible en los materiales (D), la humificación de la materia orgánica (E) y la reducción de la fitotoxicidad de los residuos (F), siendo esta última la prueba más importante para determinar la calidad del compost obtenido.

Otro parámetro a tener en cuenta es la humedad de la pila de compost.

Los microorganismos necesitan agua para poder degradar la materia orgánica, es decir, es imprescindible para el proceso biológico. Este valor es importante controlarlo durante todo el proceso ya que un exceso de humedad produciría la obstrucción de los poros del compost, no dejando transferirse al oxígeno ni a los gases resultantes de la reacción. Consecuentemente, se generarían condiciones de anaerobiosis, por lo que el proceso se vería ralentizado, empeorando la calidad del compost y emitiendo malos olores a la atmosfera. Este exceso puede corregirse proporcionando una mayor aireación, pero el proceso no estaría siendo económicamente óptimo.

Por el contrario, las humedades bajas favorecen el transporte, pero, también hacen que el desarrollo sea incompleto al disminuir la velocidad de la actividad microbiana. Este déficit de humedad se solventa regando las pilas. Los valores óptimos para la humedad inicial deben estar comprendidos entre el 40 y el 60% para unos autores y

entre 50 y 65% para otros.

El pH del montón es un parámetro que se debe controlar, ya que un pH fuera de lo establecido puede darnos una señal de que se están produciendo reacciones indeseadas y que el proceso productivo no se desarrolla de acuerdo con lo deseable.

A lo largo del proceso el pH varía según la fase en la que se encuentre el compost, ya que los valores altos están relacionados con la emisión de nitrógeno amoniacal y la producción de carbonatos solubles y los bajos con la formación de ácidos orgánicos.

- Fase mesófila inicial: En esta fase se producen ácidos orgánicos por la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica, por lo que el pH disminuye hasta acidificar el medio considerablemente, haciendo favorecer el crecimiento de hongos y se ataca a la lignina y celulosa que se encuentra en el material vegetal. Esta fase se denomina también acidogénica. La actividad de los microorganismos además de disminuir el pH de la mezcla, emite anhídrido carbónico y libera ácidos orgánicos.
- Fase termófila: Hay más actividad metabólica, por lo que se genera amoniaco a partir de amonio, es decir, se degradan las aminas procedentes de las proteínas bases nitrogenadas y se liberan bases incluidas en la materia orgánica. Las bacterias retoman su actividad. Esto hace que el pH sea más alcalino.
- Fase mesófila final o de enfriamiento: Se forman compuestos húmicos con propiedades tampón, por lo que el pH se vuelve neutro. La materia orgánica se estabiliza y se producen reacciones lentas de policondensación.

El rango óptimo está comprendido entre 6 y 8, siendo los valores comprendidos entre 6 y 7 los considerados óptimos para una mayor actividad bacteriana y entre 5,5 y 8 para una mayor actividad fúngica. Si al finalizar el proceso de compostaje el pH se encuentre entre 7 y 8 es sinónimo de una aireación apropiada y, si por el contrario este es menor, el producto no estará maduro aún.

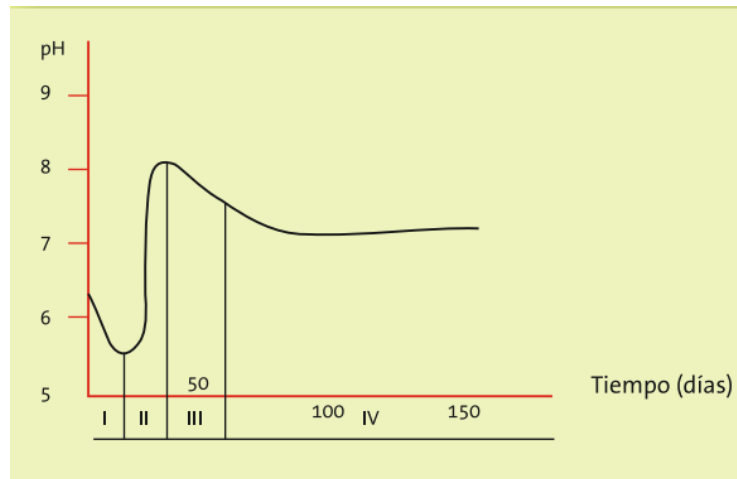


Ilustración 38: Gráfica de la evolución del pH en días

El contenido en nitrógeno y carbono del montón, y por ende, la relación C/N, es un parámetro indicativo de cómo va evolucionando la degradación del compost.

La relación C/N representa el cociente entre el contenido en carbono y nitrógeno del sustrato orgánico. Esta relación influye en la velocidad del proceso, ya que si es excesivamente alta la actividad biológica disminuye debido a un déficit de nutrientes, esto ocurre con relaciones superiores a 40. La relación C/N al iniciarse el proceso debe estar comprendida entre 25 y 30, siendo el valor óptimo de 30. Una vez transcurrido el compostaje, el compost ya madurado tiene una relación C/N en torno a 10. Por otro lado, las relaciones C/P y N/P tienen rango óptimo entre 75-150 y 5-20, respectivamente.

El carbono tiene la función de aportar energía a los microorganismos que se encuentran y desarrollan en la pila y conforma el 50% de peso de las células microbianas, siendo su material estructural básico.

El nitrógeno es el componente principal de las proteínas. Las bacterias están compuestas en un 50% de proteínas, por lo que requieren de un alto aporte de nitrógeno para poder desarrollarse y reproducirse y así llevar a cabo la degradación y maduración de la materia orgánica.

Cuando el nivel de nitrógeno en el montón es bajo, la población de microorganismos no crecerá a velocidad óptima, ralentizando así el proceso productivo e incrementando los gastos de producción.

Si el nivel de nitrógeno excede del intervalo óptimo se genera un crecimiento microbiano rápido y se acelera la descomposición, pero pueden aparecer problemas de peso al disminuir el oxígeno disponible en el interior de la pila creando así unas condiciones de anaerobiosis y se producen fermentaciones indeseadas del material orgánico. A mayores, este exceso de nitrógeno se desprenderá a la atmósfera en forma

de amoníaco, generando olores desagradables y perjudiciales para el medio ambiente y pérdidas de este nitrógeno por volatilización.

Deberá estudiarse con cuidado las mezclas que se hagan de los diferentes subproductos para obtener al inicio del proceso una relación C/N cercana al 30.

Un ejemplo de las características de distintos subproductos que se pueden compostar son:

Materia prima	Humedad	M.O.	C	N	C/N
Alperujo	65		57'2	1'3	44
Estiércol vacuno	45		28'1	2'3	12'2
Estiércol ovino	52'7		24'2	1'5	8'3
Lisier porcino	75	56'5	28'6	4'6	6'2
Purín porcino	3'1		41	3'1	13'4
Gallinaza	20'1	79'9	40	3'2	12'4
Poda de olivar	54'3	92	46	1'2	36'9
Restos hortícolas	87'7		51'3	2'5	19
Vinaza	60		15	2'5	6
Orujo de uva	31	72	42'6	1'4	30
Serrín	39		98	0'2	490
Cascara arroz			44	0'9	49
Paja	12	112	56	0'7	80
Ceniza	0'6	0'86	0'75	0'02	0'5
Restos de poda	38'8	93'9		0'8	59'7

El tamaño de la partícula es otra característica que tiene importancia a la hora de la degradación de la materia orgánica.

Es favorable que este valor inicial sea lo menor posible, ya que su área específica (área partícula/volumen partícula) será mayor, lo que se traduce en una elevada velocidad de oxidación biológica, por lo que se facilitará la degradación microbiana. Por otra parte, si este valor es demasiado pequeño, habrá un menor espacio libre entre partículas, lo que consecuentemente hará que existan problemas para darse la convección natural ya que el oxígeno no podrá difundirse hacia el interior de la partícula ni el dióxido de carbono hacia el exterior. Los diámetros óptimos para estas partículas se encuentran entre 1 y 5 cm. Al acabar el proceso, el 90% de las partículas deberán pasar por un tamiz de 10mm de luz de malla para obtener un producto que pueda ser comercializado.

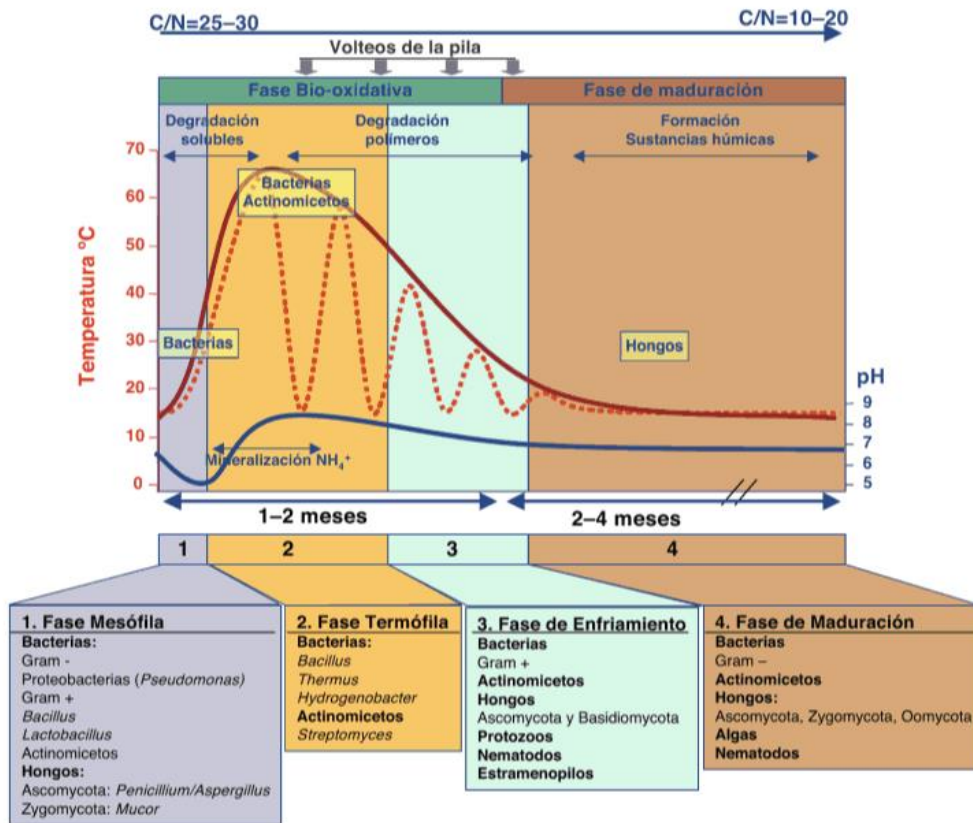


Ilustración 39: Gráfica de la presencia de microorganismos según el periodo

Materiales empleados en el compostaje:

A efectos de definir la etapa de recepción y almacenamiento se distinguen dos tipos de materiales:

- Residuos de baja degradabilidad (RBD): son los residuos orgánicos que individualmente se ven afectados por una actividad de descomposición microbiana muy escasa, ya sea porque les falta o escasea algún componente esencial para el desarrollo microbiano (agua, materia orgánica fácilmente degradable, nitrógeno o algún otro elemento esencial, etc.) o bien por presentar una acidez o una basicidad extremas. Mayoritariamente son residuos vegetales y, por una cuestión práctica, dentro de estos residuos se distingue la subcategoría de la fracción vegetal, que engloba todos los materiales de este origen con un importante componente leñoso y, por lo tanto, de lenta degradación: madera de poda, restos forestales, corteza, etc. (No se incluyen dentro de la categoría de fracción vegetal los restos vegetales con restos de verduras o con una parte importante de césped (más del 30% en volumen), que son RAD.)
- Residuos de alta degradabilidad (RAD): son los susceptibles de ser

biodegradados con facilidad. Por una cuestión práctica, dentro de la categoría de los RAD se distinguen dos subcategorías:

- Los RAD preestabilizados, cuando su materia orgánica ha sufrido ya algún tipo de tratamiento biológico antes de la llegada a la instalación de compostaje.
- Los RAD no preestabilizados, cuando lo anterior no ha sucedido.

MATERIALES	EJEMPLOS
Residuos de baja degradabilidad	
Fracción vegetal	Madera de poda con menos del 30 % en volumen de césped Restos forestales Palés de madera natural (*) Cajas de verdura (*) Corteza
Otros RBD	Poso de café Lodo de papelera Paja Mazorcas Escobajo Serrín / copos de madera
Residuos de alta degradabilidad	
Preestabilizados	Lodos de EDAR de digestión anaeróbica Lodos de EDAR de digestión aeróbica Lodos de EDAR de oxidación prolongada Digestos resultantes de la digestión anaeróbica de FORM Compost fresco Estiércol viejo
No preestabilizados	FORM Restos de verduras Otros lodos de EDAR no considerados anteriormente Lodos de industria alimentaria Lodos de matadero Estiércol fresco Gallinaza Madera de poda con más del 30 % en volumen de césped Césped

* Estos residuos se pueden utilizar únicamente como material estructurante.

Ilustración 40: Lista de materiales compostables clasificados según su biodegradabilidad

En el compost son necesarios los materiales llamados estructurales, que son los que aportan consistencia al montón y, al ser duros, aportan cuerpo y favorecen la creación de poros que sirven de bolsas de aire, que ayudan a mantener en el interior del compost las condiciones aerobias, optimizando así el proceso productivo.

Estos materiales sufren una degradación más lenta, al ser menos susceptibles de ser atacados por los microorganismos pero por ello también son imprescindibles porque no aportan todos los nutrientes y la energía a esta microbiota en un corto periodo, sino que lo va suministrando lentamente.

En nuestro caso, los elementos estructurales son los restos de poda que suministra el ayuntamiento de Valladolid, de sus parques y jardines y de sus labores de mantenimiento de la flora de la ciudad y los que se generan dentro de la propia finca por la poda de la abundante vegetación que aquí se encuentra.

En la siguiente figura podemos ver ejemplos de restos de poda y cuánta materia seca y de ella, materia orgánica, aportan al montón para compostar.

TIPO		% materia seca	% materia orgánica	Densidad aparente (kg/L)	Densidad real (kg/L)	% porosidad
Corteza 8-15 mm	Media	67,06	88,87	0,29	1,32	78,69
	Máximo	80,10	96,89	0,58	1,45	84,41
	Mínimo	52,43	56,30	0,21	1,25	55,68
	Casos	20	20	20	20	19
Corteza 8-15 mm reciclada	Media	59,42	61,85	0,49	1,35	63,22
	Máximo	72,60	65,30	0,58	1,45	77,29
	Mínimo	52,43	56,30	0,33	1,29	55,68
	Casos	3	3	3	3	3
Astilla	Media	82,61	87,50	0,27	1,43	81,04
	Máximo	88,90	90,00	0,32	1,47	85,31
	Mínimo	79,20	85,00	0,22	1,42	77,67
	Casos	4	4	4	4	4
Madera de poda nueva	Media	69,75	86,16	0,25	1,36	81,60
	Máximo	90,89	95,37	0,33	1,58	89,24
	Mínimo	51,65	73,13	0,15	1,22	74,98
	Casos	14	14	13	14	13

Ilustración 41: Tabla de datos sobre el material estructurante

MADUREZ

Un buen compost debe ser de calidad, y dentro de esta calidad se encuentra la madurez que posea el compost al final de la etapa.

Un compost maduro debe tener una estabilidad biológica y una humificación correcta. La estabilidad biológica evita los graves problemas en el sistema suelo-planta asociados a una rápida oxidación del material en el suelo; y una humificación busca incrementar la fertilidad natural del suelo del cultivo. Los dos términos se consideran de forma conjunta a la hora de hablar de un compost maduro.

Se entiende como compost maduro un material térmicamente estabilizado, sin embargo, esto no implica obligatoriamente una estabilización biológica.

Para verificar que el compost está suficientemente maduro se deben hacer varias pruebas, entre las que elegimos una prueba de germinación de berros en un sustrato

y la del test respirómetros.

La prueba de germinación con berros es una técnica utilizada para evaluar la calidad del compost. Consiste en germinar semillas de berros en un extracto acuoso obtenido del compost para identificar la posible presencia de sustancias fitotóxicas que puedan inhibir el crecimiento de las plantas. Esta prueba es una forma sencilla de evaluar la calidad del compost y determinar si ha alcanzado un estado de madurez adecuado para su uso como abono orgánico.

El test de respirometría es una técnica utilizada para determinar la actividad microbiana y la estabilidad del compost. Consiste en medir la cantidad de dióxido de carbono (CO_2) que se genera durante la descomposición de los residuos orgánicos en el compost. Para realizar el test de respirometría, se utiliza un equipo llamado respirómetro que mide la cantidad de CO_2 producido y permite evaluar la calidad del compost y determinar si el proceso de compostaje está funcionando correctamente. Esta técnica es útil en la optimización del proceso de compostaje y en la producción de compost de calidad para su uso como abono orgánico.



Hay varios métodos o tests más sencillos que se deben de practicar obligatoriamente para la evaluación del grado de madurez del compost en su etapa final:

- Indicadores sensoriales de la madurez:
 - Temperatura: la temperatura debe ser ambiental, no debe desprender calor.
 - Olor: no debe desprender olor a amoníaco ni a podrido.
 - Color: debe tener un color oscuro, casi negro.

Estos métodos son fácilmente aplicables y no requieren de ningún equipo adicional. Sin embargo, si queremos obtener un compost 100% seguro y de calidad, debemos

acudir a otros métodos que requieren de laboratorio y/o otros equipos adicionales:

- Métodos basados en el estudio de la evolución microbiana:
 - o Cuantificación de la microbiota y biomarcadores.
 - o Respirimetría (el método que se explicó anteriormente).
 - o Parámetros bioquímicos de la actividad microbiana (ATP, actividades enzimáticas).
 - o Análisis de constituyentes fácilmente biodegradables.
- Parámetros basados en el estudio de la materia orgánica humificada
 - o Carbono extraíble.
 - o Ratio AH/AF (ácidos húmicos/ácidos fúlvicos).
- Indicadores químicos de la madurez
 - o Ratio C/N.
 - o Carbono soluble en agua (Cw).
 - o Capacidad de intercambio catiónica (CIC).
 - o Ratio amonio/nitrato.
 - o Presencia de compuestos reductores.
- Presencia de fitotoxicidad
 - o Prueba de germinación y elongación de raíces.
 - o Siembra directa.
 - o Cultivo.

Otros métodos, más sofisticados pero económicamente más valorados, son aquellas técnicas que emplean sistemas más avanzados como la espectroscopia, la termogravimetría y la pirolisis.

El producto final, al tratarse de un fertilizante orgánico debe cumplir unos requisitos según la normativa (recogidas en el Anexo V del RD 506/2013 del 28 de junio sobre productos fertilizantes):

- Porcentaje de nitrógeno orgánico no inferior al 85% respecto al contenido de nitrógeno total.
- Humedad máxima del compost del 14% en masa.
- Una granulometría alcanzada con el postratamiento (cribado) en la que el 90% del producto pase por una malla de 10 mm de luz.
- Un producto higienizado que no supera los contenidos máximos de microorganismos patógenos permitidos:
 - o *Salmonella*: Ausente en 25 g de producto elaborado
 - o *Escherichia coli*: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado
- Unas concentraciones de metales pesados inferiores a los máximos permitidos que se explican a continuación.

Los fertilizantes se clasifican en función de la cantidad de metales pesados que contienen dentro de los límites permitidos. Respecto a estos valores, el fertilizante tendrá un valor económico diferente, ya que la cantidad del fertilizante que se permite adicionar al suelo es variable en función de su clasificación, la cual cataloga a los fertilizantes en tipo A, tipo B y tipo C, entre los cuales hay una diferencia económica considerable.

Metal pesado (mg/kg ms)	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio	0'7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0'4	1'5	2'5
Cromo	70	250	300

Clase A: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de ellos los valores de la columna A. Es el fertilizante de mayor calidad ya que es el que menos metales pesados añade al suelo y por tanto el que más seguro es para el medio ambiente, por lo que su precio es superior, alrededor de los 0'42 €/kg

Clase B: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de ellos los valores de la columna B. Es considerado un fertilizante de calidad media, su precio oscila en torno a 0'21 €/kg.

Clase C: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de ellos los valores de la columna C. Es considerado un fertilizante de baja calidad aunque seguro, por lo que posee el precio más bajo, de aproximadamente 0'14 €/kg. Aunque se trate de entre los 3 el que peores indicadores posee, es seguro para el uso en agricultura, sin embargo, los productos de esta clase no podrán aplicarse sobre los suelos agrícolas en dosis superiores a 5 t MS/año.

- No superará el límite máximo de furfural. En los productos que contengan como materia prima lignosulfonatos, lodos procedentes de la industria del papel o de la elaboración de azúcar, se acreditará que no supera el 0,05% p/p como límite máximo de contenido de furfural (2 furaldehído).
- No superará el límite máximo de polifenoles. En los productos que contengan como materia prima subproductos o residuos procedentes de almazaras, se acreditará que no superan el 0,8% p/p como límite máximo de contenido de polifenoles.

Definiciones:

- Descomposición: se degradan las biomoléculas (como la celulosa y la lignina) y se libera energía que eleva la temperatura del proceso, lo que permite una disminución de los agentes patógenos y la estabilización de la materia orgánica.
- Maduración: disminuye la actividad bacteriana y comienza la acción fúngica, que continúan el proceso de descomposición hasta lograr la máxima estabilización del compost.”
- Humificación: es un proceso largo y muy complejo en el que las moléculas procedentes de los restos de organismos sufren procesos de transformación, condensación, etc., originando moléculas orgánicas de complejidad estructural creciente y cada vez de mayor tamaño y exclusivas del medio edáfico (ácidos húmicos, fúlvicos, etc.). El conjunto de todos estos compuestos se denomina humus. El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos. Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono orgánico que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica.
- La mineralización representa el máximo grado de descomposición de las moléculas orgánicas, dando como resultado final compuestos muy sencillos de naturaleza inorgánica: las sales minerales.

<http://www.compostandociencia.com/2020/02/resultados-de-la-prueba-de-germinacion-de-zuconi-de-las-muestras-de-tiempo-0/>

<https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/validadas-las-tecnicas-para-evaluar-la-estabilidad-de-los-residuos-organicos-1345680342040.html?noticiaid=1345715500171>

V. INGENIERÍA DEL PROCESO

El compostaje en una solera y volteadora es un método comúnmente utilizado para la producción de compost a gran escala.

La solera es una superficie plana y permeable sobre la cual se deposita la mezcla de materiales compuestos por restos orgánicos, como hojas, ramas, restos de cosechas, residuos de alimentos, entre otros.

La volteadora es una máquina que se emplea para voltear y mezclar los materiales en la solera, para permitir la adecuada aireación del montón, y facilitar el proceso de compostaje.



Ilustración 42: Explanada donde se ubica el proyecto

El proceso de compostaje en solera y con volteadora permite que el material orgánico se descomponga rápidamente y se convierta en compost de alta calidad. Este método es una buena opción para la producción de compost a gran escala, ya que puede manejar grandes cantidades de residuos orgánicos.

Se trata de un proceso dinámico ya que se mueve el compost gracias a la volteadora permitiendo así unas condiciones aerobias simplemente con el pase de este apero. Es un proceso muy versátil y relativamente sencillo. Se pueden obtener buenos resultados y permite la utilización de un gran abanico de materiales a compostar.

A continuación se explica en qué consiste la obra civil que se propone en el proyecto:

Se contará con una **zona de recepción** sin hormigonar, donde actualmente se almacena el estiércol de ovino adquirido, para ir almacenando los productos que vayan

llegando. No se almacenarán por mucho tiempo, por lo que no se estima necesario el construir una solera de hormigón. Sí se requiere que la tierra de este área esté compactada.

Aquí se recepcionarán los distintos subproductos que se emplearán en el proceso de compostaje como son restos vegetales de los huertos de la propia finca de INEA, restos de poda procedentes del término municipal de Valladolid y de pueblos aledaños, cenizas que se puedan aplicar al compost, estiércol procedente de granjas ecológicas...

Lindando con esta zona de entrada de material, estará la **zona de compostaje** propiamente dicha. Aquí se colocarán los restos vegetales y animales para que se composten y obtener así el producto final deseado.

Aquí sí se contará con una solera de hormigón impermeabilizada para evitar infiltraciones a capas inferiores del suelo y con una ligera pendiente del 2% para poder evacuar y drenar los fluidos que puedan producirse durante el proceso.

La solera será de forma rectangular de $1.707'677m^2$. La idea de que sea rectangular es hacer los montones más largos posibles para disminuir así los giros con la correspondiente pérdida de tiempo efectivo a la hora de maniobrar en el volteo del compost. Así se consigue aumentar la productividad. Lo que se persigue es hacer el menor número de calles posibles, consiguiendo manejar el mismo volumen de material pero en menos montones. Esto también favorece la aireación, pues no recibirá la misma cantidad de aire natural una calle que se encuentre a mayor número de calles del borde que esté sólo a 1 ó 2 calles del borde. Así conseguiremos también mejorar la sanidad del compost y será más fácil controlar la temperatura general de los montones y que sea más homogéneas las condiciones de luz, temperatura y humedad.

La superficie hormigonada deberá ser resistente al peso del montón, como es lógico y al peso del tractor con la pala.

La solera tendrá una dimensión de suficientemente extensa para que se puedan colocar 5 calles o hileras de compost de 1'7m de ancho en la base y una longitud de 70 metros aproximadamente y una separación entre ellos de 2 metros para permitir el paso del tractor para la labor de aireación con la volteadora. El hormigón será HA-30/B/20/IIa. El forjado será de 15 x 15 x 0'5cm. La solera tendrá un grosor de 15 cm. Tendrá una pendiente del 2% para facilitar la conducción de los lixiviados de los montones hacia el depósito que los recoja.

El tamaño y la forma de las pilas de compost tiene una alta importancia en la elaboración del producto y por ello del producto final, ya que favorecerá o perjudicará las condiciones que se den en el compost. Se perseguirá obtener los siguientes parámetros:

- Una mezcla de residuos bastante esponjosa que permita una retención de agua correcta y una porosidad suficiente para facilitar la circulación de aire. Se persigue un porcentaje de humedad próximo al 30%.
- Oxígeno óptimo del 15-25% en relación al volumen del montón.
- Un porcentaje de humedad del 50-60%.
- Una temperatura adecuada. Dependiendo de la fase de maduración en la que se encuentre el montón. Según muestra la ilustración 25.
- Un óptimo equilibrio de nutrientes y una adecuada relación de carbono disponible respecto al nitrógeno (C disponible/N).
- El pH de la pila oscila según la fase en la que se encuentre, pero está entre el 6 y el 8.
- Mantener cuidadas las poblaciones de microorganismos

Si se diseñan pilas demasiado anchas se corre el riesgo de que el oxígeno no pueda penetrar en el centro del montón, lo que favorecerá que se den unas condiciones anaerobias y puedan aparecer microorganismos que lleven a pudriciones que echen a perder todo el proceso además de producir malos olores y aumento de fauna silvestre que puedan constituir una plaga a largo plazo. Además se hace más difícil controlar los parámetros a lo largo del montón y se darán condiciones más heterogéneas lo que dificultaría mucho el proceso.

Si se diseñan las pilas demasiado estrechas no se calentarán lo suficiente y tendrán demasiada aireación, provocando una desecación general y demasiada insolación, lo que alargaría o incluso imposibilitaría el compostaje.

El grosor óptimo de las pilas varía en función del material a compostar, la temperatura ambiente y el sistema empleado para el manejo del montón. En este caso, al adquirir la volteadora que se muestra en la ilustración 36 que tiene un ancho de trabajo de 1'8m siendo éste el factor limitante, se diseñarán los montones a 1'7m.

Es una anchura razonable al compostar un material de notable degradabilidad como es el estiércol y los restos vegetales. Además al introducir restos de poda triturados, que por una parte al tener una consistencia dura permitirá que se produzcan pequeñas bolsas de aire que aumentará la porosidad y al tratarse de un material seco disminuirá la humedad total.

La volteadora además permitirá una alta aireación de la pila al remover energicamente el material y que todo el montón reciba el aire natural.

La altura de los montones, al igual que la anchura, también es determinante por los mismos motivos.

Al igual que en el caso anterior, el factor limitante es la altura de trabajo de la

volteadora, que es de 1'1m, por lo que los montones tendrán una altura de 1m.

El número de calles estará determinado por el volumen a manejar, del ancho y la altura de éstas y de la longitud. La longitud dependerá de la cantidad de material del que se disponga.

En esta solera se colocarán 5 hileras de compost de 1'7m de ancho, paralelas entre ellas y con una distancia entre montones de 2 m, para permitir el paso del tractor con el implemento de la volteadora.

Las hileras tendrán una longitud máxima de entre 70 y 70'5 metros, ya que dependerá de la cantidad de material que se adquiera y se genere en ese año. Al final de esas líneas habrá una distancia hasta el final de la solera de 4 metros, con el fin de facilitar la maniobra al trabajo del tractor para dar la vuelta y mejorar así la eficiencia de trabajo y disminuir los tiempos perdidos en los cabeceros.

Siendo el volumen estimado con el que se trabaja de $105 m^3$ por montón.

$$Volumen (m^3) = \frac{(B + b)}{2} * h * l = \frac{1'7 + 1'3}{2} * 1 * 70 = 105 m^3$$

Como se expuso anteriormente, un número reducido de calles favorece la maduración del compost por la aireación que recibe y la exposición. Sin embargo, se harán 5 calles para hacer distintas partidas de compost, así si en alguno de ellos aparece algún contratiempo como puede ser la excesiva humedad, o se hayan encontrado indicios que hagan pensar que ese montón se puede echar a perder, no perderíamos toda la producción.

Por lo que el volumen total de compost que se podrá producir es de $525 m^3$.

$$Volumen total = 105m^3 * 5 montones = 525m^3$$

Esta cantidad de producto procesado es superior al volumen que se genera de restos vegetales en los huertos de INEA (teniendo en cuenta que se producen dos ciclos al año del proceso), que es de aproximadamente 600 metros cúbicos al año.

Se estima, según estudios, que el compost tiene una densidad aparente entre 400 y 700 kg/m^3 , se tomará un dato intermedio de 600, por lo que la producción estimada en kilogramos es de 315.000 kg de compost por ciclo, es decir, 315 toneladas.

$$Peso de compost = 600 \frac{kg}{m^3} * 525m^3 = 315.000 kg = 315 t$$

Se favorecerá que estas filas sean lo más largas posibles para disminuir el tiempo ineficiente que aparece en las maniobras de los cabeceros.

Los montones se mantendrán en el mismo lugar durante todo el proceso productivo, es decir, no se trasladarán de una zona a otra, a no ser que surja algún contratiempo como puede ser una fisura en el hormigonado o realizar cualquier otro trabajo que requiera trasladar estos montones puntualmente.

Se diseñará también un depósito que recoja los posibles lixiviados que puedan aparecer. Estos lixiviados se conducirán desde la solera gracias a la inclinación diseñada hasta un depósito que se encontrará al lado de la zona hormigonada. Se colocará a una cota inferior de la mínima altura de la solera para que se introduzcan los lixiviados por gravedad al depósito.

Se diseñará un sistema de riego que se activará de forma manual cuando unos sensores que se introduzcan en el montón detecten que la humedad del compost desciende del 45% para favorecer mantener la humedad constante.

La incorporación de agua mediante el riego durante la etapa de maduración puede ser necesaria para que el compost cuando:

- Sea demasiado seco cuando descienda de cierta humedad, ya desde el inicio, para permitir una actividad microbiana adecuada.
- Se seque demasiado por la propia actividad microbiana de la etapa de maduración.

Para estas situaciones deben preverse equipos que permitan el aporte de agua.

Se tienen en cuenta algunos aspectos importantes desde la perspectiva de esta etapa:

- Se empleará aguas limpias.
- No está permitido emplear lixiviados y residuos líquidos para el riego en la maduración.
- En cambio, sí que se permite el uso de aguas pluviales sucias, siempre que se gestionen aparte de los lixiviados.

La aplicación de un líquido aprovechando la actuación de un equipo de volteo es muy apropiada si se dispone de este equipo

En el proceso productivo se distinguirán distintas etapas:

- Recepción y almacenamiento.
- Proceso. Mezcla y homogeneización
- Descomposición
- Maduración
- Postratamiento
- Almacenamiento
- Operaciones complementarias.

Recepción:

Esta etapa engloba todas las operaciones que tienen lugar entre la llegada de los materiales a la planta y el inicio de su pretratamiento. Concretamente:

1) La recepción de los materiales destinados a compostaje, es decir, los restos vegetales de los huertos de INEA, restos de poda procedentes de la ciudad de Valladolid, el estiércol de ovino de la granja ecológica y la ceniza procedente de los hornos de biomasa de Valladolid. En el caso de los restos de poda se trasladarán a la finca ya triturados para favorecer el transporte y evitar realizar esa labor en la propia finca, ya que se va a emplear un alto volumen de esta materia y no se dispone de una maquinaria suficientemente potente y que trate tanta cantidad de material.

2) La descarga de estos materiales. Se hará directamente en el punto de almacenamiento, en la zona donde actualmente se almacena el estiércol que se adquiere. La descarga se hará mediante un remolque y se moverá gracias a la pala que va acoplada al tractor de la finca. Se pesarán los remolques para tener un control de la materia que se emplee y así poder realizar la mezcla de forma correcta y lo más aproximada posible a lo establecido. No se contará con una báscula propia en la finca, ya que el volumen que se trata al año no excede de las 1.000 toneladas y según la siguiente tabla quedaría exenta de la necesidad de contar con esta báscula. Se justifica también al no causar perjuicio a los vecinos con molestia de tráfico.

MATERIAL PARA COMPOSTAR	Capacidad de tratamiento nominal		
	< 1.000 t/año	1.000-6.000 t/año	> 6.000 t/año
Fracción vegetal	Exenta	Exenta	Exenta
Estiércol	Exenta	Exenta	Báscula
Resto de residuos de baja y alta degradabilidad	Exenta	Báscula	Báscula

Ilustración 43

3) La identificación de los materiales y verificar que se encuentran en buen estado y sin problemas aparentes.

4) El almacenamiento temporal de los materiales hasta que se muevan a la zona de compostado. Con respecto al almacenamiento del material a compostar se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los residuos de baja degradabilidad no suelen requerir el confinamiento de su almacenamiento temporal, ya que no generan malos olores.

- El almacenamiento temporal de los residuos de alta degradabilidad se puede realizar al aire libre, siempre que no haya razones de salud laboral que lo desaconsejen y no emitan malos olores.

- En el resto de casos, el almacenamiento de los residuos de alta degradabilidad debe efectuarse en naves, silos o depósitos cerrados, dotados con sistemas de extracción y tratamiento de gases.

- La superficie destinada a esta operación depende de la alternativa elegida, de la metodología de trabajo prevista y, sobre todo, del tiempo máximo de almacenamiento permitido, que depende a su vez del tipo de residuo.

- > El almacenamiento de los residuos de baja degradabilidad:

- No puede superar los 90 días cuando, por efecto de la actividad microbiana, haya riesgo de autoencendido (en el caso de la fracción vegetal) o de pérdida de calidad para ser compostados. Puede tener una duración ilimitada si no existen estos riesgos.

- > El almacenamiento de los residuos de alta degradabilidad:

- No puede superar los tres días en caso de que más de un 80 % de su peso sean RAD preestabilizados, y las veinticuatro horas en el resto de casos. Por lo tanto, en esta segunda situación, los materiales deben pretratarse el mismo día en que lleguen a la instalación.

- La capacidad de almacenamiento no puede superar el triple de la capacidad diaria de tratamiento prevista para la instalación. Se considera esta capacidad máxima para afrontar situaciones de emergencia que se puedan producir.

- Solo en el caso excepcional de los pocos RAD que no sufren transformaciones apreciables durante el almacenamiento, la duración de este almacenamiento puede llegar a los quince días, con una capacidad acorde con esta duración.

El almacenaje del material a compostar posteriormente se planifica para seguir una gestión FIFO (first in first out), es decir, lo primero que se descarga en la explanada es lo primero que sale para compostar, así se evita que queden restos de material acumulados por un largo periodo de tiempo y pueda provocar pérdida de calidad del

material y se pueda dar lugar a pudriciones indeseadas que provoquen malos olores y más efectos indeseados.

5) Traslado a la zona de compostaje. Se realizará mediante una pala con cazo que se encuentra acoplada al tractor de trabajo de la finca. Al encontrarse próximas las zonas de almacenamiento y de compostaje no se requerirá remolque ni otro medio para el transporte.

Proceso. Mezcla y homogeneización

A fin de que el compostaje sea factible y se desarrolle satisfactoriamente, es necesario que el conjunto de parámetros que afectan al proceso se mantenga dentro de los rangos de valores considerados ideales.

Dado que pocos materiales que pueden ser compostados presentan unas características compatibles al completo con estos valores, a menudo debe recurrirse a la mezcla de materiales complementarios entre sí para lograr mezclas que se aproximen lo máximo posible a los valores ideales (aunque tengan un pequeño intervalo de aproximación).

La etapa de pretratamiento (mezcla u homogeneización) consiste en la operación de mezclar diferentes materiales para obtener una mezcla con:

- Una porosidad del 25-35% que permita la circulación del aire por el interior y la retención del agua.
- Una estructura que mantenga esta porosidad en el apilamiento en el que se debe llevar a cabo el proceso de compostaje.
- Una humedad del 60% y un pH próximo a la neutralidad, adecuados a la actividad microbiana.
- La proporción de materia orgánica biodegradable suficiente para que el proceso se pueda iniciar y completar.
- Una relación C/N que minimice las pérdidas de nitrógeno o que permita que este elemento no sea un factor limitador del proceso. Se busca una relación C/N de 30 al inicio del proceso.
- Una relación N/P menor de 10.
- Unos contenidos mínimos de otros elementos esenciales para los microorganismos, a fin de que no sean un factor limitador.

La operación de mezcla permite también deshacer y homogeneizar los materiales gruesos, con lo que se aumenta la superficie de ataque microbiano.

El material vegetal y subproducto animal se cogerá de la zona de descarga y

almacenamiento y se traslada a la zona de compostaje. En esta segunda zona se hará la mezcla gracias a la pala acoplada al tractor, volteando los materiales a compostar y removiéndolos.

MATERIAL	Resi- duo	Porosidad Estructura	Relación C/N	pH	Hume- dad	Materia orgánica fácil- mente biodegradable
Agua	No	No	No	No	↑	No
Lixiviado del mismo proceso	Sí	No	No	No	↑	↑ (poco)
Lodo de papelera	Sí	No	↑	No	↓	No
Poso de café	Sí	No	↑	No	No	↑
Paja	No	↑	↑	No	↓	↑
Purín	Sí	No	↓	No	↑	↑ (poco)
Urea	No	No	↓	↑	No	No
Sulfato ferroso	No	No	No	↓	No	No
Carbonato cálcico o cal	No	No	No	↑	Sí (cal)	No

↑ Incrementa el valor del parámetro / ↓ Disminuye el valor del parámetro.

Ilustración 44

Cuando el grado de humedad de los materiales o mezclas que deban compostarse sea inferior a los valores deseables para el desarrollo del proceso, se debe incorporar agua o residuos acuosos, tales como los lixiviados generados por el propio compostaje, aprovechando así los residuos generados por la propia actividad del compostaje en ciclos anteriores.

La mezcla se hará en la zona de maduración ya que se encuentra hormigonada y así se evita la pérdida de material.

Descomposición:

La etapa de descomposición es la fase del proceso de compostaje en la que se produce la descomposición biológica de las moléculas más fácilmente degradables con una liberación de energía que conlleva el aumento de la temperatura del material y la evaporación de parte del agua contenida en este material, y con una disminución inicial del pH por formación de ácidos orgánicos.

La fase de descomposición se caracteriza por la reducción del peso y del volumen, la estabilización parcial y la higienización del material, gracias al mantenimiento de un ambiente óptimo para el desarrollo de los microorganismos.

Al tratarse de la etapa biológicamente más activa, se deben controlar cuidadosamente las condiciones de trabajo para evitar:

Temperaturas excesivas. Para evitar temperaturas demasiado elevadas hay que airear, remover o regar el material convenientemente.

Condiciones anaeróbicas. Para evitar que aparezcan las condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno) se debe reponer adecuadamente el oxígeno consumido.

Pérdidas innecesarias de nitrógeno en forma de NH_3 . Para evitar estas pérdidas hay que minimizarlas compostando materiales biodegradables que presenten una relación de nutrientes C/N adecuada.

La etapa de descomposición debe incluir obligatoriamente un periodo de higienización para toda la masa de materiales biodegradables en proceso de compostaje.

Temperatura	Duración mínima
55°C	3 días
60°C	1 día
65°C	3 horas
70°C	1 hora

Esta etapa de descomposición puede durar alrededor de 3 semanas, dependiendo, como en la mayoría de todo el proceso del compostaje, de la temperatura, de la humedad, de la aireación que exista y de los materiales que se empleen, ya que si están preestablecidos (especialmente los RAD) se puede acercar a 2 semanas y si no lo están pueden llegar a ser 5 semanas las necesarias.

El trabajo de vigilancia en esta etapa es clave, ya que se trata de la etapa más crítica y donde se pueden dar los mayores problemas y una mala praxis en esta etapa puede echar a perder todo el proceso productivo. Por ello se tendrá monitorizado en todo momento la humedad y la temperatura y se hará un control por el personal en busca de olores que den información de que se están produciendo reacciones indeseadas y se pueda perder el producto.

Se tomarán muestras de cada montón y se llevarán al laboratorio que se encuentra en la finca para analizarlas. Es un proceso relativamente sencillo que nos dará muchísima información y especialmente, tener bajo control lo que está sucediendo en el compost.

Para ello, se recogerán muestras de 4 puntos de cada hilera, repartidos por toda ella, y se recogerá escarbando un poco para recoger el material a analizar del interior, pues es la parte más frágil y que nos puede aportar más información de las reacciones que se estén dando.

A partir de un momento determinado, el nivel de estabilidad alcanzado por el precompost garantiza que se ha reducido su peso y volumen, su fermentabilidad y su poder odorífero. En ese momento, la etapa de descomposición habría llegado a su fin.

En nuestro caso, la etapa de descomposición se elaborará en el mismo emplazamiento que la etapa de maduración, ya que el espacio que se tiene en la finca para esta labor es muy limitante y se facilita así el trabajo.

Maduración:

Durante la etapa de maduración, en la parte final del proceso de compostaje, se genera compost estable, de características similares a las sustancias húmicas del suelo, a partir del compost producido en la anterior etapa de descomposición.

En esta etapa de maduración, la descomposición de materia orgánica, aunque existe, tiene mucha menos importancia, por lo que no hay ni un consumo elevado de oxígeno ni una gran liberación de energía. Por ello, la temperatura de la masa durante la etapa debería ir disminuyendo gradualmente. Debido a la menor actividad microbiana, esta etapa es mucho menos crítica que la anterior y no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo. De todos modos, en la práctica conviene estar atento y actuar para evitar las siguientes situaciones:

- Temperaturas demasiado elevadas, que pueden ralentizar o inhibir la actividad microbiana. Para evitarlas, al igual que en la etapa de descomposición, es necesario hacer un pase con la volteadora para remover y crear así una ventilación del montón o regar el material convenientemente. Preferiblemente se tomará la primera medida ya que en la mayoría de los casos con esta práctica es suficiente y disminuimos así el agua necesaria para el proceso.
- Sequedad excesiva, que, además de potenciar el fenómeno del calentamiento excesivo del material descrito anteriormente, ralentiza o detiene la actividad microbiana, por lo que al final de la etapa se obtienen materiales menos maduros de lo que sería esperable y deseable. Para evitar esta sequedad es necesario llevar a cabo una buena gestión de los riegos y un buen control de la humedad del material en maduración.

Como se explicó en el apartado anterior, en este proyecto se consideró conjuntamente la duración de las etapas de descomposición y maduración. Esta duración conjunta de ambas etapas es de seis meses, en función de las características de los materiales.

Postratamiento:

Se llama etapa de postratamiento al conjunto de operaciones que, opcional o necesariamente, deben llevarse a cabo una vez finalizada la etapa de maduración, con los siguientes objetivos:

- Recuperar el estructurante en caso de que la mezcla compostada todavía lo

- contenga e interese recuperarlo.
- Separar los impropios que el compost generado pueda contener, por no haberse eliminado anteriormente.
- Mejorar las características físicas del estructurante recuperado (fundamentalmente, eliminar impropios) para poder reutilizarlo en nuevos ciclos de compostaje.
- Obtener un compost de una granulometría determinada.
- Obtener unos productos para comercializar con unas características químicas o físicas determinadas, ya sea mezclando diferentes compost o bien mezclándolos con abonos minerales, arenas, tierras vegetales, etc.
- Ofrecer unas determinadas presentaciones del producto.

En este proyecto se diseña como postratamiento únicamente un cribado del material compostado para evitar, reducir y eliminar la presencia de cuerpos extraños o impropios en el producto final, como puede ser restos de poda que no se hayan terminado de degradar totalmente, piedras que se hayan introducido en el proceso o cuerpos metálicos.

Razones para cribar:

- Presencia de impropios:

Si el material que se ha de compostar contiene impropios, conviene separarlos tanto como sea posible y cuanto antes mejor. De este modo se reducirá:

- La superficie que se ha de destinar a las posteriores etapas del proceso.
- El desgaste de equipos, instalaciones, pavimentos, etc.
- El riesgo de obtener un producto final con una elevada concentración de contaminantes o de impurezas.
- Estructurante

El interés de la recuperación del material estructurante reside en su incidencia económica (costes de explotación), en el volumen y la facilidad de recuperación de este material y, por último, en la reducción de la superficie destinada a etapas posteriores al cribado.

El volumen recuperable depende de:

- La degradación que sufre el estructurante utilizado (astilla, madera de poda, etc.) en el transcurso del proceso. Por lo tanto, la duración que requiere este proceso también es un factor que debe considerarse.
- El tamaño del estructurante y su relación con el paso de malla de la criba utilizada.
- Si se trata de procesos dinámicos o estáticos, ya que los procesos

dinámicos tienen más tendencia a deshacer el estructurante.

Las características de los materiales separados —reciclado o impropios— dependen del momento en que se lleva a cabo la operación. Así, los rasgos diferenciales de los materiales recuperados a medio proceso de compostaje respecto a los recuperados al final de la etapa de maduración son los siguientes:

- Una humedad superior, lo que minimiza la problemática del polvo, pero que, cuando es excesiva, puede causar frecuentes atascos en las cribas.
- El estructurante recuperado o los impropios separados pueden contener restos adheridos del material/ residuo que deba compostarse aún no completamente estabilizado.

El material se cargará gracias a la pala acoplada al tractor como se explicó en el apartado anterior y se irá vertiendo con cautela y progresivamente en esta criba.

En la parte inferior de la criba se colocará una lona que favorezca el traslado posterior del material para vender el producto.

Los objetos que sean separados de la línea de producción se valorará qué hacer con ellos:

- Las piedras que puedan aparecer se apartarán y podrán ser empleadas en otras labores como restauración de caminos internos de la finca o cualquier otra obra.
- Los restos de poda que no hayan sido degradados se podrá volver a colocar en el montón de almacenamiento inicial para retomar el proceso y así se termine de degradar en el siguiente ciclo productivo. Se podrá transportar este material a los huertos para que los hortelanos puedan elaborar mulching o acolchado y aprovechar las ventajas que esto aporta.
- Los objetos metálicos se separarán y se almacenarán en una parte de la nave de la finca dedicada a guardar este tipo de objetos hasta su retirada y transporte al punto limpio para que siga una correcta gestión de este residuo.

Almacenamiento:

Una vez que el producto se ha elaborado y se ha cribado, se obtiene un producto de calidad y seguro, que se comercializará para la venta al público.

El compost se recogerá con la pala del tractor y se introducirá en Big Bags (sacas de gran tamaño) y se almacenarán en la nave de la que se dispone. Se calcula que no es necesario ampliar el espacio necesario para ello ya que se contempla una rápida

comercialización por la cada vez mayor demanda de este producto ecológico.

Se cargará desde la explanada y se almacenará el tiempo necesario hasta su posterior venta.

El transporte correrá a cargo de la empresa que venda el producto.

MAQUINARIA

- VOLTEADORA

La volteadora consiste en una estructura metálica soportada por un eje con unas paletas que mueven el material a medida que va entrando por el arco del apero. La estructura se conecta a un tractor mediante un enganche. Puede ir acoplada a los brazos con los tres puntos o arrastrada a la barra de tiro. En este caso la volteadora se acopla al tractor por un enganche a los tres brazos. Para el transporte el circuito hidráulico cierra el apero para facilitar el movimiento y disminuir la anchura; cuando se va a trabajar con él, se activa el circuito hidráulico y se despliega el apero para realizar el trabajo.

Cuando el tractor avanza, lo hace a la vez la volteadora, la cual va moviendo el material impulsándolo hacia arriba y hacia atrás gracias al rotor que posee que se acciona gracias al enganche que se acopla a la toma de fuerza del tractor, por lo que este se va apilando en la parte trasera, consiguiendo su volteo total con un solo paso del tractor. Entre sus ventajas destacan su eficiencia, su rapidez y la facilidad con que voltea las pilas; sin embargo, las dimensiones de las volteadoras suelen ser bastante menores que las de las pilas de silos estáticos. Otra de las ventajas de este apero es que el trabajo se hace por la parte trasera del tractor de lado, es decir, no va siguiendo las pisadas de las ruedas del tractor, sino que lo hace desplazándose unos metros siguiendo la dirección paralela, con esto se consigue que el tractor vaya por fuera del montón y así las ruedas no vayan por encima de éste, lo que causaría una compactación indeseada que provoca problemas.



Ilustración 45: Volteadora



Ilustración 46: Detalle de las palas de la volteadora



Ilustración 47: Volteadora



Ilustración 48: Detalle del enganche de la volteadora

- PALA DEL TRACTOR

Para el manejo en general de los materiales se empleará una pala con cazo que se encuentra acoplada al tractor, todo ello se encuentra actualmente en la finca.

Esta pala consta de una pieza constituida por placas de acero y dos brazos articulados, uno conectado a la pala y otro al tractor que la sostiene. En este caso, la forma de voltear el compost es perpendicular a la pila, elevando su compost y dejándolo caer

para conseguir una mejor oxigenación. Además del volteo del compost, también forma la pila inicialmente, por lo que solo sería necesario un equipo para ambos procesos y se abarataría considerablemente el costo. Por otro lado, también existen más ventajas como su escasa necesidad de mantenimiento y la posibilidad de formación y volteo de diversos tamaños de pilas.

El cazo con el que se trabajará tiene un volumen de 800 l que es suficiente para realizar las labores que posteriormente se explicarán.

Con la pala se realizarán las siguientes labores:

- Cargar los subproductos que se encuentren en la zona de descarga una vez se hayan depositado en la finca.
 - Remover la mezcla de forma preliminar para favorecer el contacto íntimo entre los diferentes materiales a compostar.
 - Trasladar el material de la zona de descarga a la zona de compostaje.
 - Una vez el compost ha madurado del todo, se cargará nuevamente con la pala y se trasladará a la zona de almacenaje posterior.
-
- CRIBADO

Al final del proceso, cuando el compost esté completamente maduro y esté en condiciones de venderse, se dará por terminado el riego y se dejará que la humedad del montón baje ligeramente, hasta el 40% para no comprometer excesivamente la vida de los microorganismos que se encuentran en él y así se facilite el transporte hasta el lugar de venta. Antes de cargarlo para exportarlo de la finca, se pasará por una criba que separe el compost de elementos gruesos que hayan quedado en él, como pueden ser alguna piedra o restos de poda que no hayan sido degradados, además de eliminar cuerpos extraños que puedan ser peligrosos como puedan ser puntas o cualquier elemento metálico que causen perjuicio alguno, así se consigue un compost sano para el suelo y seguro para el agricultor u hortelano.

Esta criba consistirá en un tamiz metálico con una luz de 10mm que haga pasar por él el material orgánico elaborado y separe los objetos anteriormente expuestos.

CICLOS DE PRODUCCIÓN:

Según se explicó anteriormente, en este mismo anejo, se prevé tratar en cada ciclo alrededor de 525 metros cúbicos de producto, y siendo su densidad aparente de unos

600 kg/m³, se estima una producción de 315 toneladas por ciclo, sumando los 5 montones de los que se dispone.

La duración del ciclo completo de maduración es de unos 6 meses aproximadamente, que por motivos de climatología del año, características de los materiales orgánicos, condiciones ambientales y más aspectos que se describieron anteriormente, puede esta duración acortarse o prolongarse, pero es la media estimada. Por ello se planea realizar dos ciclos completos de producción, por lo que se podría producir alrededor de 630 toneladas de compost al año.

Estos dos ciclos se planifican de la siguiente manera:

El primer ciclo comenzaría en noviembre, cuando se da la mayor generación de residuos de origen vegetal procedente de los huertos de la finca de INEA. Se debe a la finalización del ciclo del cultivo de los huertos, por lo que el volumen de residuos en esta época del año es considerable.

El resto de materias primas se dispone de ellas durante todo el año, así que no habría problema alguno de disponibilidad: los restos de poda se almacenan en las instalaciones pertenecientes al Ayuntamiento de Valladolid y nos las trasladan a demanda, al igual que el estiércol producido en la granja.

Por ello, el factor limitante es la producción de restos vegetales de los huertos.

Al necesitar de 6 meses de degradación y maduración del compost, este ciclo finalizaría en mayo.

El segundo ciclo comenzaría a continuación del anterior, en mayo.

En este periodo la producción de restos vegetales es alta debido a la eliminación de flora adventicia de los huertos que ha crecido durante el invierno y al comienzo de la primavera y coincide con el comienzo del nuevo ciclo de cultivo. Esta generación de residuos presenta otro pico entre marzo y mayo, por lo que se irán almacenando dichos residuos en la ubicación descrita en el anejo de "Situación actual".

Los restos de poda tienen un máximo de generación en febrero, debido a las labores de poda que se realizan en la ciudad de Valladolid durante la salida del invierno. Este material se trasladará a la finca desde febrero hasta mayo, ya que no presenta problemas de almacenamiento por estar triturado y presentar un bajo grado de humedad.

Este segundo ciclo finalizará en noviembre. Cuando finalice se vuelve a retomar la actividad con el siguiente ciclo de producción y así sucesivamente.

En el siguiente cronograma se visualiza la actividad anual:

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1º C	b	b	b	a	c							a
2º C						a	b	b	b	a	c	

1º C: Primer ciclo. 2ºC: segundo ciclo.

a: fase mesófila b: fase termófila c: fase de maduración

Aporte de material a compostar: diciembre y junio

Remover el compost: cada 15 días

DISEÑO Y DIMENSIONES

Para el cálculo de la superficie de la zona de descomposición se deben tener en cuenta determinados factores como el volumen de residuos por tratar semanalmente, la duración del proceso en esta fase, la proporción de estructurante y los espacios necesarios (espacio entre pilas, espacios de maniobra).

La pila se diseña con una sección trapezoidal.

La superficie de la sección se calculara así:

$$S = (B + b)/2 \cdot h$$

A medida que se hagan los pases con la volteadora esta forma inicial se irá perdiendo pero la estructura se mantendrá.

En caso de que la etapa de descomposición se lleve a cabo sin protección contra la lluvia (sin cubierta convencional o de geotextil), la superficie resultante de los cálculos anteriores se debe incrementar obligatoriamente en un 15 %. La razón de esta exigencia es disponer de un espacio de seguridad para poder prolongar la duración de la etapa cuando, debido a continuas lluvias, el paso del aire se interrumpa temporalmente y, en consecuencia, el proceso se detenga. Como en nuestro proyecto sí se cuenta con la malla geotextil que proteja al montón no se debe tener en cuenta.

VI. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

El proyecto se diseña en la ubicación que muestra la ilustración 4 de tal forma que se diferencia dos partes, la zona de descarga y almacenamiento, que se encuentra en la zona próxima a la edificación de la universidad y la zona de maduración y compostaje.

Ambas se sitúan en la zona donde actualmente se almacena el estiércol de ovino que se adquiere y se mantiene por largo plazos de tiempo y hasta que se aplica como enmienda orgánica o bien en los huertos de la finca, o las parcelas agrícolas o en la zona del lavandín mediante un carro de aplicación de abono orgánico localizado.

La extensión de esta zona es de $2.542'487\text{m}^2$.

Esta explanada que, a día de hoy, se encuentra en un estado de desgaste, consiste en tierra compactada con piedra, como se explicó en el apartado de "Situación actual" de este documento.

En esta explanada se harán partes:

La primera, será destinada a la descarga y almacenamiento de las materias orgánicas que posteriormente se van a compostar. Será el depósito temporal del estiércol que se almacenará en un solo montón. Es la zona que se encuentra más alejada de los edificios de la universidad, para evitar que los materiales que aquí se descarguen causen molestia al personal de la universidad por emisión de olores.

No es necesario realizar ninguna modificación en ella puesto que el firme es suficientemente fuerte y sólido para realizar la función prevista.

Esta zona tiene una extensión de $611'329\text{m}^2$.

La segunda zona será para la maduración y degradación, la parte principal del proyecto, con una superficie de $1.707'677\text{m}^2$. En ella se realizarán los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierra superficial:

Se eliminará la parte superficial de la explanada actual debido al desgaste que tiene, y así se conseguirá un mejor asentamiento del hormigón de la solera. El suelo actual tiene las mismas características que lo que se comentó en el apartado anterior. El material que se extraiga de aquí se trasladará al recinto colindante donde se encuentra la plantación de los nogales. La tierra que se extrae se encuentra enriquecida con la materia orgánica procedente del estiércol de años anteriores y servirá de abono para estos árboles; el único inconveniente es que se aportaría parte de piedras y material inerte a la plantación pero no supone mayor problema ya que la plantación actual ya

contiene piedras y no se practica el laboreo en el recinto.

- Excavación de una porción de tierra:

Se excavará una pequeña porción de tierra de 2m x 2m x 2m de profundidad para la inserción de un depósito que sirva de almacenamiento de lixiviados del compost.

Consistirá en un depósito prefabricado de revestimiento de plástico, con armazón de hierro que servirá de almacenamiento para los efluentes que sean drenados hasta él.

- Aplicación de la solera:

Se aportará una capa de 15cm de zahorra para que el hormigón se asiente en buenas condiciones y posteriormente se aportará el hormigón con el mallazo para armarlo mediante un sistema de encofrado.

El hormigón escogido es el HA-30/B/20/IIa, y tendrá un espesor de 15 cm.

Posteriormente se pulirá para favorecer el drenaje del agua y de los lixiviados hasta la zona de recogida de éstos que se encuentra entre esta zona de maduración hormigonada y la zona de almacenamiento y descarga.

Para ello, la explanada tendrá una inclinación del 2% constante, siendo la parte más baja la que está al lado del depósito de lixiviados e incrementando la altura cuanto más se aleje de ella, quedando así la parte más alta hacia la zona de la universidad.

Para favorecer el paso de la maquinaria y ahorrar costes de inversión iniciales, se dejará un paso de 3 metros desde la cacería que separa el camino de la finca hasta la solera, así se permite el paso del tractor desde la entrada de la zona hasta la zona de descarga y almacenamiento sin pisar hormigón, que sufriría un desgaste y así ahorramos una porción de explanación de hormigonar.

LIXIVIADOS

Para calcular la capacidad de la balsa o depósito de lixiviados, se ha considerado un valor del 5 % (0,05 m³/t) del volumen de residuos en proceso, teniendo en cuenta la humedad de los residuos que se han de tratar se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen balsa (m}^3\text{)} = [\text{Qfo (t/año)} \times 6 \text{ (semanas)} \times 0'05 \text{ (m}^3\text{/t)} \times 1'3] / 52 \text{ (semanas/año)}$$

Qfo = capacidad de tratamiento de fracción orgánica sin computar el material estructurante (t/año).

Resultando así el cálculo:

$$V = \frac{630 \frac{t}{año} * 6 \text{ semanas} * \frac{0'05m^3}{t} * 1'3}{52 \text{ semanas}} = 4'725m^3$$

Se instalará un depósito de 6 metros cúbicos para recogida de los lixiviados (2m x 2m x 1'5m de altura).

VII. ANÁLISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Es importante analizar las materias que se van a emplear para compost porque permite conocer su composición química y biológica, lo que ayudará a determinar la cantidad de nutrientes que aportarán al suelo y a prevenir la presencia de contaminantes que puedan afectar la calidad del compost y la salud de las plantas. Además, el análisis de las materias permite ajustar las proporciones de los diferentes componentes del compost para obtener un producto final de mayor calidad y eficiencia en la fertilización del suelo.



LABORATORIO
ANÁLISIS AGROALIMENTARIO
Cº Viejo de Simancas, Km 4,5 - 47008 Valladolid
Tel. 983 2355 06 / 672-097649
e-mail: laboratorio@inea.edu.es

Informe de Análisis de Enmiendas

LABORATORIO
CERTIFICADO
ISO-9001:2015

C.M. Menéndez Pelayo-INEA
CIF: R47001781

IA-E/22/29

FO-09-05

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: **INEA - C.M. MENENDEZ PELAYO**
DIRECCIÓN: **Cº VIEJO DE SIMANCAS, KM 4,5**
LOCALIDAD: **VALLADOLID (VALLADOLID)**

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE ENMIENDA: **ORGANICO**
Nº REGISTRO MUESTRA: **157-E/22/29**
IDENT. MUESTRA (CLIENTE):
TIPO DE ABONO:
FORMULACIÓN: **ESTIERCOL**
SÓLIDO / LIQUIDO: **SÓLIDO**
OBSERVACIONES:

Fecha de recepción: **08/03/2022**

Fecha de inicio: **10/03/2022**

Fecha de finalización: **23/03/2022**

DATOS DEL ANÁLISIS REALIZADO

PARÁMETROS	RESULTADO	MÉTODO	UNIDADES
HUMEDAD (IAO-01)	52,7	Gravimétrico	% (spt)
pH (En agua 1/25) (IAO-02)	9,7	Potenciométrico	upH (spt)
CONDUCTIVIDAD (agua 1/25) (IAO-03)	1,0	Conductimétrico	dS/m (spt)
MAT. ORGÁNICA TOTAL (IAO-05)	24,2	Calcinación	% P/P (sms)
NITRÓGENO TOTAL (IAO-06)	1,5	Kjeldahl	% de N P/P (sms)
RELACIÓN C/N	8,3	Cálculo	
ANHÍDRIDO FÓSFORICO Total (IAO-07)	1,6	Gravimétrico	% de P ₂ O ₅ P/P (sms)
OXIDO DE POTASIO Total (IAO-08)	2,7	Fotometría de llama	% de K ₂ O P/P (sms)
OXIDO DE SODIO Total (IAO-08)	0,5	Fotometría de llama	% Na ₂ O P/P (sms)
OXIDO DE CALCIO Total (IAO-08)	8,3	Absorción atómica	% de CaO P/P (sms)
OXIDO DE MAGNESIO Total (IAO-08)	1,4	Absorción atómica	% de MgO P/P (sms)
HIERRO Total (IAO-08)	7050	Absorción atómica	mg de Fe/Kg (sms)
MANGANESO Total (IAO-08)	275	Absorción atómica	mg de Mn/Kg (sms)
COBRE Total (IAO-08)	33,3	Absorción atómica	mg de Cu/Kg (sms)
ZINC Total (IAO-08)	172	Absorción atómica	mg de Zn/Kg (sms)
EXTRACTO HÚMICO TOTAL (IAO-09)		Oxidación con Dicromato	% P/P (sms)

Director Técnico: Trinidad Peña

Página 1 de 1

De este análisis realizado al estiércol que se adquiere a la granja ecológica se puede observar:

Un contenido medio de humedad, que favorece la degradación de la materia orgánica, y especialmente es una ventaja ya que si el estiércol ya se incorpora con un alto grado de humedad se deberá aportar menor cantidad de agua al inicio del proceso.

Un pH elevado, por lo que habrá que valorar qué producto se puede aportar para neutralizar el pH y que la evolución del proceso de compostaje sea satisfactorio.

La conductividad eléctrica es normal, sin comentarios al respecto.

El contenido en materia orgánica se considera adecuado, para posteriormente transformar esa materia orgánica en nutrientes para el suelo.

La relación C/N se considera adecuada, siendo baja pero como después se va a mezclar con restos de poda que tienen una relación C/N más alta quedaría alrededor de 30, que es el valor óptimo.

En relación a los demás parámetros, no hay problemas, excepto que el contenido en hierro es muy alto, por lo que después puede devalorar el producto final por exceder los límites, y de manganeso.



LABORATORIO
ANÁLISIS AGROALIMENTARIO
Cº Viejo de Simancas, Km 4,5 - 47008 Valladolid
Tel. 983 23 55 06 / 672-097649
e-mail: laboratorio@inea.edu.es

Informe de Análisis de Enmiendas

LABORATORIO
CERTIFICADO
ISO-9001:2015

C.M. Menéndez Pelayo-INEA
CIF: R47001781

IA-E/22/23

FO-09-05

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: **INEA - C.M. MENENDEZ PELAYO**
DIRECCIÓN: **Cº VIEJO DE SIMANCAS, KM 4,5**
LOCALIDAD: **VALLADOLID (VALLADOLID)**

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE ENMIENDA: **ORGANICO**
Nº REGISTRO MUESTRA: **102-E/22/23**
IDENT. MUESTRA (CLIENTE):
TIPO DE ABONO:
FORMULACIÓN: **RESTOS DE PODA**
SÓLIDO / LIQUIDO: **SÓLIDO**
OBSERVACIONES:

Fecha de recepción: **21/02/2022**

Fecha de inicio: **22/02/2022**

Fecha de finalización: **07/03/2022**

DATOS DEL ANÁLISIS REALIZADO

PARÁMETROS	RESULTADO	MÉTODO	UNIDADES
HUMEDAD (IAO-01)	38,8	Gravimétrico	% (spt)
pH (En agua 1/25) (IAO-02)	5,4	Potenciométrico	upH (spt)
CONDUCTIVIDAD (agua 1/25) (IAO-03)	6,8	Conductimétrico	dS/m (spt)
MAT. ORGÁNICA TOTAL (IAO-05)	93,9	Calcinación	% P/P (sms)
NITRÓGENO TOTAL (IAO-06)	0,8	Kjeldahl	% de N P/P (sms)
RELACIÓN C/N	59,7	Cálculo	
ANHÍDRIDO FÓSFORICO Total (IAO-07)	0,2	Gravimétrico	% de P ₂ O ₅ P/P (sms)
OXIDO DE POTASIO Total (IAO-08)	0,6	Fotometría de llama	% de K ₂ O P/P (sms)
OXIDO DE SODIO Total (IAO-08)	0,1	Fotometría de llama	% Na ₂ O P/P (sms)
OXIDO DE CALCIO Total (IAO-08)	1,0	Absorción atómica	% de CaO P/P (sms)
OXIDO DE MAGNESIO Total (IAO-08)	0,3	Absorción atómica	% de MgO P/P (sms)
HIERRO Total (IAO-08)	266,0	Absorción atómica	mg de Fe/Kg (sms)
MANGANESEO Total (IAO-08)	17,0	Absorción atómica	mg de Mn/Kg (sms)
COBRE Total (IAO-08)	18,8	Absorción atómica	mg de Cu/Kg (sms)
ZINC Total (IAO-08)	22,0	Absorción atómica	mg de Zn/Kg (sms)
EXTRACTO HÚMICO TOTAL (IAO-09)		Oxidación con Dicromato	% P/P (sms)

Director Técnico: Trinidad Peña

Página 1 de 1

Ilustración 50: Resultados del análisis de los restos de poda

De este análisis realizado a los restos de poda adquiridos al Ayuntamiento de Valladolid que se adquiere se puede observar:

Un contenido medio de humedad, que favorece la degradación de la materia orgánica, y especialmente es una ventaja, como se explicó anteriormente, ya que si se incorpora con un alto grado de humedad se deberá aportar menor cantidad de agua al inicio del proceso. El contenido en humedad es alto para tratarse de restos de poda, por lo que habría que observar la presencia de alguna fermentación indeseada o problemas sanitarios, pero en el caso del estudio, los resultados fueron satisfactorios.

Un pH bajo, que contrarrestaría el elevado pH del estiércol obteniendo así un pH cercano a la neutralidad.

La conductividad eléctrica es alta, habrá que tener especial cuidado con la salinidad.

El contenido en materia orgánica se considera alto para tratarse de restos de poda, pero con buenos datos.

La relación C/N se considera adecuada, siendo alta pero como después se va a mezclar con el estiércol que tienen una relación C/N más baja quedaría alrededor de 30, que es el valor óptimo.

En relación a los demás parámetros, no hay problemas, excepto que el contenido en hierro es muy alto, por lo que después puede devalorar el producto final por exceder los límites.

AGROLAB IBÉRICA S.L.U.

C/ López Bravo 15 - Nave A7
Pol. Ind. V. Alatorre 09001 BURGOS
Tel: 917 481 192
email: bur@agrolab-iberica.com

Ctra. de Valencia, n.º205
43006 TARRAGONA
Tel: 917 551 134
email: tgn@agrolab-iberica.com



ROPULPAT, S.L.
C/Condado De Treviño, 77
P.J. VILLALONQUÉJAR
09001 BURGOS

Fecha 28.01.2016
Nº cliente 10000305938

INFORME ANALÍTICO 79104 - 142883

Descripción 79104
No. Muestra 142883
Fecha de recepción 20.01.2016
Fecha de toma de muestra 20.01.2016
Muestreador AGROLAB Ibérica SLU
Referencia del Cliente Cenizas Biocen 10.01.15
Cantidad: 1,5 l en plástico estéril

	Unidad	Resultados	Normativa	Método
Minerales				
Fósforo (P)	mg / kg	15000		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Fósforo (P2O5)	mg / kg	34400		Cálculo(PL) u)
Potasio (K)	mg / kg	48000		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Potasio (K2O)	mg / kg	57800		Cálculo(PL) u)
Metales				
Cadmio (Cd)	mg / kg	<0,10 (LDD)		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Cobre (Cu)	mg / kg	49		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Cromo (Cr)	mg / kg	28		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Mercurio (Hg)	mg / kg	<0,05 (LDD)		DIN EN 1483(PL) u)
Níquel (Ni)	mg / kg	9,9		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Plomo (Pb)	mg / kg	<3,0 (LDD)		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Zinc (Zn)	mg / kg	51,0		EN ISO 11885:2009(PL) u)
Otros análisis				
Amonio-N	mg / kg	<50		DIN 38406-5-2 (E 5-2)(PL) u)
Carbono orgánico total (COT)	%	0,75		DIN ISO 10694 / DIN EN 13137(PL) u)
Materia orgánica (LOI)	%	0,86		DIN EN 15169(PL) u)
Materia seca	%	* 99,4		DIN EN 14346:2007(PL) u)
Nitrógeno (N, método Kjeldahl)	%	0,02		DIN 19684-4(PL) u)
Nitrógeno orgánico	%	<1,00		Cálculo(PL) u)
pH-H2O		* 12		DIN EN 12176(PL) u)
Relación C/N		0,50**		Cálculo(PL) u)

xx) En los resultados por debajo del límite de detección (LDD), se usa el LDD para el cálculo. En los resultados entre el LDD y el límite de cuantificación (LDC), se usa el LDC para el cálculo.

Explicación: El símbolo "*" precedente a un resultado, significa que el valor obtenido está por debajo del límite de cuantificación.

Resultados marcados por * se hacen en materia original, todos los demás en materia seca.

Nota: MF = materia fresca, MS = materia seca

Las actividades marcadas con n) no están amparadas por la acreditación de ninguna Entidad de Acreditación

u) Ensayo acreditado en el laboratorio del Grupo Agrolab donde se ha analizado.



Ilustración 51: Resultado del análisis de la ceniza

La ceniza se adquirió al Ayuntamiento de Valladolid, residuo que se generó en sus calderas de biomasa que calienta el District Heating.

Como es de esperar, el porcentaje de humedad de la ceniza es muy bajo (del 0'6%), por lo que sólo debe aportarse si la humedad es correcta o se sitúa por encima de lo deseado ya que absorberá la humedad del montón.

Es notable el alto contenido de nutrientes y micronutrientes que aporta a la mezcla, sin embargo, se debe tener especial cuidado con el volumen que se añade de ceniza, ya que encontramos dos grandes problemas:

- Un elevadísimo pH, que si aportamos un alto volumen de este material podemos acabar con la vida microbiana del compost.
- Y el elevado contenido en cobre y en zinc.

Informe de Análisis de Aguas

IA-A/11/118



DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE	INEA - C.M. MENENDEZ PELAYO		APELLIDOS			
DIRECCIÓN	Cº VIEJO DE SIMANCAS, KM 4,5					
LOCALIDAD	VALLADOLID	PROVINCIA	VALLADOLID	CP	47008	
TELÉFONO	983-235506	Fax	983-224869	N.I.F./ C.I.F.	Q-4700178-I	

DATOS DE LA MUESTRA

FECHA DE RECEPCIÓN	07/09/2011	LUGAR DE TOMA	PERFORACIÓN
Nº REGISTRO MUESTRA	456-A/11/118	SISTEMA DE RIEGO	GOTEO
IDENT. MUESTRA (CLIENTE)	POZO DE INEA	CULTIVOS	JARDÍN
TÉRMINO MUNICIPAL	VALLADOLID	TERRENO	
PROVINCIA	VALLADOLID	OBSERVACIONES	DAÑOS EN EL VIÑEDO

DATOS DEL ANÁLISIS REALIZADO

Fecha de inicio: 15/09/2011

Fecha de finalización: 19/09/2011

19/09/2011

Fecha de salida:

PARÁMETROS	RESULTADO		MÉTODO
pH a 25 °C (IAA-01)	7,3	upH	Potenciométrico
Conductividad a 25 °C (IAA-02)	1,35	dS/m	Conductimétrico
CATIONES (IAA-03)	<i>mg/l</i>	<i>meq/l</i>	
Calcio	184	9,18	Absorción atómica
Magnesio	23	1,90	Absorción atómica
Sodio	45	1,93	Fotometría de llama
Potasio	10	0,26	Fotometría de llama
ANIONES			
Cloruros (IAA-04)	78	2,19	Potenciométrico
Sulfatos (IAA-05)	146	3,05	Turbidimétrico
Carbonatos (IAA-06)	0	0,00	Volumétrico
Bicarbonatos (IAA-06)	366	6,00	Volumétrico
Nitratos (IAA-07)	103	1,66	Ultravioleta
INDICES			
DUREZA (º Franceses)	56		Cálculo
SAR (Relación de Absorción Sodio)	0,8		Cálculo
CLASIFICACIÓN	C3S1		Riverside

Director Técnico

Como puede observarse en la tabla de datos del análisis del agua del pozo que se empleará para regar temporalmente el compost, se trata de un agua de pH neutro, y sin mayores problemas de aporte de cationes ni aniones, pero el problema recae en la dureza del agua (como es típico de la zona central de la submeseta Norte, especialmente en Valladolid, y mayormente, el alto contenido en salinidad, que puede causar algún perjuicio al montón.

VIII. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Desde que el material que se vaya a compostar entre en la explotación, se deberán seguir unas normas:

El camión o remolque que transporte los materiales orgánicos que serán transformados en compost entrará por la finca e irá por el camino somero al aparcamiento del edificio de la universidad para evitar problemas, ya que algunos días la afluencia de coches es excesiva y no se dispone de sitio para que acceda el camión por este lado, el camino se encuentra en buenas condiciones.

Accederá a la zona de descarga por el camino que se habilite para tal operación y descargará el material en la zona sin hormigonar de la explanada, lugar donde se almacenará el material hasta que se traslade a la zona de degradación y maduración. Circularán por el camino que se encuentre sin hormigón.

Una vez se descargue el material, el vehículo pasará a la zona de limpieza y desinfección si va a otra explotación para evitar la propagación de enfermedades o parásitos.

El material se podrá mantener en la zona de almacenamiento el tiempo necesario para posteriormente trasladarlo a la zona de maduración, siempre que no exceda del tiempo máximo que se enunció en el Anejo V, de "Ingeniería del proceso".

Después, gracias al tractor y a la pala que se encuentra acoplada a él, se cargará el cazo con los materiales orgánicos. Para la mezcla, se cargarán los materiales con la relación de:

- 1 cazo de restos de poda
- 1 cazo de restos vegetales de los huertos
- 1 cazo y medio de estiércol de ovino

Se irán mezclando paulatinamente y después se colocara en hileras paralelas de 1'7m de ancho en la parte de la base, 1 metro de alto y en la parte superior un ancho de 1'3 metros. Estas son las indicaciones al principio del proceso, los sucesivos pases de la volteadora, el decrecimiento del montón al ir menguando por la descomposición y más factores harán que estas medidas vayan oscilando. En caso de que haya un desmoronamiento o sufra algún problema, el montón se podrá reconstruir a mano con la pala.

Al principio del proceso, los pases de volteadora serán más frecuentes y a medida que pase el tiempo se harán con pases con más tiempo entre ellos, siendo suficiente un pase cada 5 días al inicio (las primeras 2-3 semanas) y luego cada 2 semanas.

El volteo también se justifica si la temperatura excede de los 75°C que se tienen establecidos como límite superior o cuando la humedad es excesiva según la etapa que se encuentre.

El pase de volteadora se realizará con el tractor de la finca y éste irá por la calle que queda entre los montones, sin pisar en ningún momento una pila ya que se apelmazaría y compactaría el material.

La volteadora empezará con los montones que se encuentren en una fase más avanzada y seguirá con los que se han colocado más tarde; esto busca evitar la propagación de patógenos, ya que un montón nuevo puede no haber alcanzado la temperatura higienizante y si después de pasar el apero por un montón contaminado se traslada a otro que se encuentra más maduro, puede darse la propagación de estos patógenos.

La volteadora se lavará después de cada día de trabajo, al igual que la pala y el cazo y se mantendrán en buenas condiciones, siguiendo los mantenimientos que indique la casa de maquinaria al que adquirimos el apero.

Una vez el compost esté maduro, se hará pasar por una criba para eliminar cuerpos extraños y después se cargará con el cazo esterilizado en sacas de gran tamaño para su posterior comercialización.

NORMATIVA

Normativa: no existe una normativa concreta sobre compost en Castilla y León sobre compost, sí lo hay sobre la fertilización (RD 506/2013), entrando el compost dentro del apartado de "Fertilizantes orgánicos" y la agricultura ecológica (Reglamento UE 834/07 y 889/08).

En ambos se delimita los rangos mínimos de calidad fijándose en el nitrógeno que contiene, humedad, granulometría, microorganismos y metales pesados.

La Ley 10/1998 de Residuos (BOE 96,1998) que incorpora la directiva comunitaria 91/156/CEE busca garantizar la eliminación y valoración de los residuos, así como adoptar medidas para la reducción la producción de los mismos, promoviendo su reutilización y reciclado, con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud pública, por lo que también el compost está sometido a esta norma al aprovechar los residuos y favorecer una separación de ellos consigue mejorar la calidad y la productividad del compost.

Existen más leyes que regulan la gestión de los residuos y el uso de los suelos contaminados, como la Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados, que promueve

el uso del compost y el digerido que cumplan ciertos criterios de calidad. Además, algunas Comunidades Autónomas han aprobado leyes regionales que fomentan la práctica del compostaje, como la Ley 3/2023 de Economía Circular de Andalucía.

La Ley 3/2023 de Economía Circular de Andalucía es una normativa de la comunidad autónoma de Andalucía, que tiene como objetivo promover la sostenibilidad medioambiental, económica y social a través del fomento de la economía circular. Esta ley establece medidas para la prevención y reducción de residuos, la aplicación de la jerarquía de residuos, el fomento de la reutilización y reciclaje, y la promoción de productos ecológicos y sostenibles. Además, la ley establece la creación del Consejo Andaluz de la Economía Circular y fomenta la innovación y el desarrollo tecnológico en este ámbito.

El reglamento (CE) nº 1069/2009 y reglamento (UE) nº 142/2011 establecen las normas sanitarias aplicadas a los subproductos animales no destinados al consumo humano (SANDACH).

Se busca la propagación de patógenos provenientes del estiércol durante el proceso de compostaje o por medio del compost elaborado.

Para lograrlo, se seguirán las siguientes normas:

- El estiércol deberá transformarse lo antes posible tras su llegada a la finca. Debe almacenarse de forma segura hasta su transformación.
- Los contenedores, recipientes y vehículos empleados para el transporte de estos materiales no tratados deberán limpiarse y desinfectarse. El tractor, la pala y el remolque serán limpiados y desinfectados en la era que sirve como parque de maquinaria. Esta zona cumple con las condiciones de prevención de riesgos de contaminación.
- Las instalaciones y los equipos deberán mantenerse en buen estado de conservación. Los equipos de medición de humedad y temperatura deberán calibrarse de forma periódica.
- El compost se manipulará y se almacenará en la explotación mediante procedimientos que excluyan su recontaminación. Por ello, siempre que un apero vaya a trabajar con el compost que se encuentre próximo al final de su madurez, se limpiará adecuadamente, y siempre se trabajará antes con los montones de compost más maduros y se irá pasando a los montones más recientes para evitar la contaminación.
- Se dispondrá del laboratorio propio equipado para realizar los análisis necesarios y estará autorizado por la autoridad competente, acreditado conforme a las normas internacionalmente reconocidas o someterse a controles periódicos por parte de la autoridad competente.

PROBLEMAS

En caso de que el compost no mantenga las condiciones idóneas, puede que se produzcan algunos problemas entre los que destacan los siguientes, y a continuación la medida que se llevará a cabo:

- La temperatura del compost no sube suficiente y la humedad del montón es la adecuada. Se debe posiblemente a la falta de material. Se aportará más subproductos para favorecer la degradación y se reducirá la frecuencia del pase de la volteadora, para favorecer ligeramente la compactación que haga aumentar la temperatura.
- La temperatura del montón supera los 80°C. Se debe posiblemente a una relación C/N demasiado baja. Para ello se aportará residuos de baja degradabilidad (alta relación C/N como puede ser los restos de poda, restos de hojas secas, etc) y se removerá el compost con mayor frecuencia.
- El montón se encuentra demasiado húmedo, posiblemente por incremento de precipitaciones o un problema con el sistema del riego. Se hará un pase de volteadora al momento de percatarnos y también a los días posteriores. Se busca aumentar la aireación y con ello el secado del montón.
- La pila está seca y el volumen no disminuye. Se debe a una humedad del compost baja por altas temperaturas y humedad ambiental baja o por la adición excesiva de material seco y/o de baja biodegradabilidad. Se vigilará el sistema de riego y se regará con una manguera de forma puntual para aumentar la humedad de forma instantánea con precaución de no encharcar y que aparezca el problema anterior.
- El montón desprende un olor putrefacto. Va muy ligado a la anterior que se explicaba de la humedad demasiado alta. El volumen de oxígeno es bajo y se produce una fermentación anaerobia. Se harán varios pases de volteadora, hasta 5 en 5 días. Se busca aumentar la entrada y el volumen de oxígeno a la pila y revertir el proceso anaerobio en aerobio.
- El montón desprende un olor a amoníaco. Se debe a un aporte excesivo de material rico en nitrógeno y por ello con una relación C/N muy baja, como puede ser el ejemplo del césped o la hierba recién cortado o restos vegetales muy frescos. También se puede deber a un exceso de humedad que conlleve un proceso anaeróbico. Se trataría igual que el caso anterior.

Algunas de las principales plagas que pueden aparecer en el compost son la chicharra cantadora, la mosca blanca y las moscas que buscan materia orgánica fresca para poner sus huevos. También pueden aparecer otras plagas como insectos, caracoles, babosas, ácaros y nematodos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la presencia de estos organismos no necesariamente implica un problema en el compostaje, ya que muchos de ellos ayudan en el proceso de descomposición de los residuos orgánicos.

- Es notable la presencia de moscas e insectos. Se puede deber a un exceso de humedad en la pila o a material de los huertos que contengan una alta cantidad de azúcar (como puede ser la fruta). Se volteará el montón una vez para hacer que estos restos se introduzcan ligeramente en el centro de la pila hasta que se degrade parcialmente.
- Se ven larvas blancas. Puede deberse a una alta humedad.
- Es notable la presencia de hormigas. Se debe a una sequedad excesiva de la pila.
- Si aparecen roedores hay que valorar el material que se está empleando, y en tal caso, reducir el volumen de estos elementos en el montón.
- Pueden aparecer caracoles y babosas en días húmedos y especialmente en periodos después de precipitaciones. Esto no conlleva problemas.

IX. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se ha realizado una evaluación económica de la planta de compostaje en la que se recogen todos los costes de la planta, tanto la inversión inicial, es decir, el dinero invertido para su construcción, como los ingresos obtenidos a partir de la venta del producto y los costes de las materias primas utilizadas.

A partir de estos costes se lleva a cabo una evaluación de la rentabilidad de la planta de compostaje y un análisis de sensibilidad mediante el cual se evalúa la rentabilidad frente a posibles variaciones de los precios en el mercado tanto de las materias primas como del producto obtenido.

Costes de la planta:

Los costes iniciales de la planta deberán considerar la obra civil que hay que realizar sobre el mismo y la adquisición de la maquinaria necesaria para llevar a cabo los trabajos de compostaje, es decir, la volteadora.

Los costes estimados son los siguientes:

- Las cubiertas: En las zonas de fermentación, maduración y almacenamiento se instalan cubiertas geotextiles para la protección ante la lluvia, las cuales están fabricadas todas de material especial y ocupa una superficie de 1.120m^2 . Por lo que su valoración económica asciende a una cantidad de 6.720 €.
- La solera de hormigón: La zona de fermentación tiene una superficie de $1.707'677\text{ m}^2$. Poner una solera de hormigón armado tiene un coste aproximado de 35 €/m², por lo que tendrá un coste total de 59.768'70€. La impermeabilización y el pulido de dicha solera de hormigón se encuentran incluidos en este precio.
- La zorra: El precio de la zorra tiene un coste comprendido entre 8,89 y 14,52 €/m². Se considerará un coste de 9 €. Por lo que los $1.707'677\text{ m}^2$ de la era de maduración implicarán un coste de 15.369'09€.
- La volteadora tiene un valor de mercado de 10.480 €
- La criba para el postratamiento: 523€
- El equipo de riego:
 - Las tuberías
 - Los emisores
 - Las sondas

Además se han de tener en cuenta los costes de la explotación en el proceso productivo (considerando el primer año, ya que sufrirán un incremento de precios debido a la inflación) como son:

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

- Combustible de tractor: 1.152€: El coste del combustible se calcula de la siguiente manera: 10 l/h (según tabla de gastos medios del tractor) * 96 h anuales * 1'2 €/l de gasoil. Se incrementa un 2% cada año.
- Gastos de mantenimiento: 150€ derivados del aceite de engrase y recambios de piezas que se vayan desgastando y requieran ser sustituidas.
- Seguros: 100€
- Compra de estiércol: 12.000€. El coste del estiércol se calcula costando 40€/t por 300 toneladas de material al año. Se incrementa un 1% al año.
- Compra de restos de poda: 2.000€
- Transporte de las ventas: 3.150€. Se calcula costando el transporte 5€/t por 630 toneladas.

Como fuente de ingresos sólo se contempla la venta de compost ecológico maduro, con un valor de mercado de 50€/tonelada.

Esquema de la inversión inicial:

No se financiará con fondos ajenos.

Esquema de los cobros:

Años	Precio compost	Prod	Importe ventas	Subvención	Total
0					0
1	50,00	630,00	31.500,00	5.717,80	37.217,80
2	51,00	630,00	32.130,00	5.717,80	37.847,80
3	52,02	630,00	32.772,60	5.717,80	38.490,40
4	53,06	630,00	33.428,05	5.717,80	39.145,86
5	54,12	630,00	34.096,61	5.717,80	39.814,42
6	55,20	630,00	34.778,55	5.717,80	40.496,35
7	56,31	630,00	35.474,12	5.717,80	41.191,92
8	57,43	630,00	36.183,60	5.717,80	41.901,40
9	58,58	630,00	36.907,27	5.717,80	42.625,07
10	59,75	630,00	37.645,42	5.717,80	43.363,22

El precio de venta del compost se incrementa un 2% cada año debido a la subida del

IPC.

La subvención inicial por la implantación de sistemas que permitan la economía circular y el aprovechamiento de residuos es de 57.178'04€, siendo el 50% de la inversión total inicial (construcciones, compra de maquinaria, material...).

Esquema de los pagos:

Años	Combustible	Seguros	Mantenimiento	Estiércol	Restos de poda	Transporte de ventas	Mano de obra	Total sin amort	Amort	Total con amort
0							-	-		-
1	1.152,00	100,00	150,00	12.000,00	2.000,00	3.150,00	1.319,14	19.871,14	5.357,10	25.228,24
2	1.175,04	100,00	150,00	12.120,00	2.020,00	3.150,00	1.338,92	20.053,96	5.357,10	25.411,07
3	1.198,54	100,00	150,00	12.241,20	2.040,20	3.150,00	1.359,01	20.238,95	5.357,10	25.596,05
4	1.222,51	100,00	150,00	12.363,61	2.060,60	3.150,00	1.379,39	20.426,12	5.357,10	25.783,22
5	1.246,96	100,00	150,00	12.487,25	2.081,21	3.150,00	1.400,08	20.615,50	5.357,10	25.972,60
6	1.271,90	100,00	150,00	12.612,12	2.102,02	3.150,00	1.421,08	20.807,13	5.357,10	26.164,23
7	1.297,34	100,00	150,00	12.738,24	2.123,04	3.150,00	1.442,40	21.001,02	5.357,10	26.358,12
8	1.323,29	100,00	150,00	12.865,62	2.144,27	3.150,00	1.464,04	21.197,22	5.357,10	26.554,32
9	1.349,75	100,00	150,00	12.994,28	2.165,71	3.150,00	1.486,00	21.395,74	5.357,10	26.752,85
10	1.376,75	100,00	150,00	13.124,22	2.187,37	3.150,00	1.508,29	21.596,63	5.357,10	26.953,73

El coste del combustible se incrementa un 2% cada año debido a la subida del IPC. El estiércol lo hace un 1%, al igual que los restos de poda. El coste del transporte de estos materiales se incluye en el precio de compra.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

El transporte de las ventas se estima de un coste 3.150€.

La mano de obra del operario se calcula de la siguiente forma: 10'57 €/h (según el convenio del campo) * 96 h anuales * 1'3 de coste de Seguridad Social. Se incrementa un 1'5% cada año.

Esquema del resultado fiscal:

Años	Importe ventas	Subvención	Pagos	Amortización	Resultado	Impuestos	Impuesto real	Beneficio después de impuesto
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	31.500,00	5.717,80	- 19.871,14	- 5.357,10	11.989,57	2.997,39	- 2.997,39	14.986,96
2	32.130,00	5.717,80	- 20.053,96	- 5.357,10	12.436,74	3.109,18	- 3.109,18	15.545,92
3	32.772,60	5.717,80	- 20.238,95	- 5.357,10	12.894,35	3.223,59	- 3.223,59	16.117,94
4	33.428,05	5.717,80	- 20.426,12	- 5.357,10	13.362,64	3.340,66	- 3.340,66	16.703,29
5	34.096,61	5.717,80	- 20.615,50	- 5.357,10	13.841,81	3.460,45	- 3.460,45	17.302,27
6	34.778,55	5.717,80	- 20.807,13	- 5.357,10	14.332,12	3.583,03	- 3.583,03	17.915,15
7	35.474,12	5.717,80	- 21.001,02	- 5.357,10	14.833,80	3.708,45	- 3.708,45	18.542,24
8	36.183,60	5.717,80	- 21.197,22	- 5.357,10	15.347,08	3.836,77	- 3.836,77	19.183,85
9	36.907,27	5.717,80	- 21.395,74	- 5.357,10	15.872,23	3.968,06	- 3.968,06	19.840,29
10	37.645,42	5.717,80	- 21.596,63	- 5.357,10	16.409,49	4.102,37	- 4.102,37	20.511,86

Esquema de los flujos durante los 10 años:

Año	Inversión	Cobros	Pagos	Subvenciones	Flujo antes imp	Impuestos	Flujo desp imp	Flujo diferencial	Factor act	Flujo actual	Flujo acumu
0	-114.356,08	-	-	57.178,04	- 57.178,04	-	- 57.178,04	- 57.178,04	1	- 57.178,04	- 57.178,04
1		31.500,00	-19.871,14		11.628,86	- 2.997,39	8.631,47	8.631,47	0,96153846	8.299,49	- 48.878,55
2		32.130,00	-20.053,96		12.076,04	- 3.109,18	8.966,85	8.966,85	0,92455621	8.290,36	- 40.588,19
3		32.772,60	-20.238,95		12.533,65	- 3.223,59	9.310,06	9.310,06	0,88899636	8.276,61	- 32.311,57
4		33.428,05	-20.426,12		13.001,93	- 3.340,66	9.661,28	9.661,28	0,85480419	8.258,50	- 24.053,08
5	- 6.720,00	34.096,61	-20.615,50		6.761,11	- 3.460,45	3.300,66	3.300,66	0,82192711	2.712,90	- 21.340,17
6		34.778,55	-20.807,13		13.971,42	- 3.583,03	10.388,39	10.388,39	0,79031453	8.210,09	- 13.130,08
7		35.474,12	-21.001,02		14.473,09	- 3.708,45	10.764,65	10.764,65	0,75991781	8.180,25	- 4.949,83
8		36.183,60	-21.197,22		14.986,38	- 3.836,77	11.149,61	11.149,61	0,73069021	8.146,91	3.197,08
9		36.907,27	-21.395,74		15.511,53	- 3.968,06	11.543,47	11.543,47	0,70258674	8.110,29	11.307,37
10	66.982,05	37.645,42	-21.596,63		83.030,84	- 4.102,37	78.928,47	78.928,47	0,67556417	53.321,25	64.628,61

Se calcula un coste del capital del 4% anual.

Todo ello, desprende unos datos de VAN, TIR, plazo de recuperación y de VAE de:

VAN	64.628,61
TIR	12,252%
PR	8,79
VAE	8.692,10 €

Esto quiere decir que el proyecto resulta viable porque el VAN es positivo, con un alto beneficio. Es rentable porque el TIR es mayor que el 4%, obteniendo una alta

rentabilidad. El plazo de recuperación es de 8 años y 9 meses y medio. El VAE es de 8.692'10€, que es el valor equivalente de cobrar esta cantidad cada año de proyecto.

Esta evaluación económica se ha hecho teniendo en cuenta la subvención que pueden concedernos por llevar a cabo prácticas para la gestión de residuos y favorecer la economía circular, pero cabe la posibilidad de que no nos concedan dicha ayuda, por lo que se calcula también ese escenario.

Años	Precio compost	Prod	Importe ventas	Subvención	Total
0					0
1	55,00	630,00	34.650,00		34.650,00
2	56,10	630,00	35.343,00		35.343,00
3	57,22	630,00	36.049,86		36.049,86
4	58,37	630,00	36.770,86		36.770,86
5	59,53	630,00	37.506,27		37.506,27
6	60,72	630,00	38.256,40		38.256,40
7	61,94	630,00	39.021,53		39.021,53
8	63,18	630,00	39.801,96		39.801,96
9	64,44	630,00	40.598,00		40.598,00
10	65,73	630,00	41.409,96		41.409,96

El importe del precio de ventas se incrementa un 10% para hacer frente a la ausencia de la subvención y el modo de vender el producto cambia también, ya que se venderá al por menor, en vez de vender directamente los sacos en grandes cantidades.

Los gastos serían los mismos que en el caso anterior, pero los resultados fiscales varían.

Años	Importe ventas	Pagos	Amortización	Resultado	Impuestos	Impuesto real	Beneficio después de impuesto
0	-	-	-	-	-	-	-
1	34.650,00	- 19.871,14	- 5.357,10	9.421,76	2.355,44	- 2.355,44	11.777,20
2	35.343,00	- 20.053,96	- 5.357,10	9.931,93	2.482,98	- 2.482,98	12.414,92
3	36.049,86	- 20.238,95	- 5.357,10	10.453,81	2.613,45	- 2.613,45	13.067,26
4	36.770,86	- 20.426,12	- 5.357,10	10.987,64	2.746,91	- 2.746,91	13.734,55
5	37.506,27	- 20.615,50	- 5.357,10	11.533,67	2.883,42	- 2.883,42	14.417,09
6	38.256,40	- 20.807,13	- 5.357,10	12.092,17	3.023,04	- 3.023,04	15.115,21
7	39.021,53	- 21.001,02	- 5.357,10	12.663,40	3.165,85	- 3.165,85	15.829,25
8	39.801,96	- 21.197,22	- 5.357,10	13.247,64	3.311,91	- 3.311,91	16.559,55
9	40.598,00	- 21.395,74	- 5.357,10	13.845,15	3.461,29	- 3.461,29	17.306,44
10	41.409,96	- 21.596,63	- 5.357,10	14.456,23	3.614,06	- 3.614,06	18.070,28

Obteniendo unos flujos que son los siguientes:

Año	Inversión	Cobros	Pagos	Subvenciones	Flujo antes imp	Impuestos	Flujo desp imp	Flujo diferencial	Factor act	Flujo actual	Flujo acumu
0	-114.356,08	-	-	-	-114.356,08	-	-114.356,08	-114.356,08	1	-114.356,08	-114.356,08
1	-	34.650,00	-19.871,14	-	14.778,86	-2.355,44	12.423,42	12.423,42	0,96153846	11.945,60	-102.410,48
2	-	35.343,00	-20.053,96	-	15.289,04	-2.482,98	12.806,05	12.806,05	0,92455621	11.839,92	-90.570,56
3	-	36.049,86	-20.238,95	-	15.810,91	-2.613,45	13.197,46	13.197,46	0,88899636	11.732,49	-78.838,07
4	-	36.770,86	-20.426,12	-	16.344,74	-2.746,91	13.597,83	13.597,83	0,85480419	11.623,48	-67.214,59
5	-6.720,00	37.506,27	-20.615,50	-	10.170,77	-2.883,42	7.287,36	7.287,36	0,82192711	5.989,68	-61.224,91
6	-	38.256,40	-20.807,13	-	17.449,27	-3.023,04	14.426,23	14.426,23	0,79031453	11.401,26	-49.823,65
7	-	39.021,53	-21.001,02	-	18.020,51	-3.165,85	14.854,66	14.854,66	0,75991781	11.288,32	-38.535,33
8	-	39.801,96	-21.197,22	-	18.604,74	-3.311,91	15.292,83	15.292,83	0,73069021	11.174,32	-27.361,01
9	-	40.598,00	-21.395,74	-	19.202,26	-3.461,29	15.740,97	15.740,97	0,70258674	11.059,39	-16.301,62
10	66.982,05	41.409,96	-21.596,63	-	86.795,38	-3.614,06	83.181,33	83.181,33	0,67556417	56.194,32	39.892,71

Todo ello, desprende unos datos diferentes de VAN, TIR, plazo de recuperación y de VAE de:

VAN	39.892,71
TIR	4,686%
PR	9,29
VAE	5.365,29 €

Esto quiere decir que el proyecto resulta viable porque el VAN es positivo, con un alto beneficio pero menor que el caso en el que recibimos la subvención. Es rentable porque el TIR es mayor que el 4%, aunque obteniendo una rentabilidad limitada. El plazo de recuperación es de 9 años y casi 4 meses, mayor que el primer caso. El VAE es de 5.365'29€, que es el valor equivalente de cobrar esta cantidad cada año de proyecto.

Que se conceda la subvención o no es determinante ya que obtendremos mayor o menos beneficio, aunque en ambos casos la explotación sería viable y rentable aunque modificando algunos aspectos.

X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

AGRICOLA DEI, SL
C/ San Sebastián, 14
44621 MAZALEÓN (Teruel)
B-55619860

FÁBRICA: DELTEBRE (TARRAGONA)

Ciente:

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA AGRÍCOLA DE VALLADOLID
FELIX REVILLA

La volteadora de compost CAMPS modelo VC-1800 está fabricada suspendida a los brazos del hidráulico lo que le proporciona comodidad a la hora de transportar y en explotaciones con poco espacio es muy manejable a la hora de cambiar de hileras.

Sus características generales:

- ✦ El mantenimiento es sencillo y de bajo coste.
- ✦ Eje de volteo robusto y equilibrado, que volteo el material a compostar correctamente (desde el interior hacia el exterior).
- ✦ Compostaje aeróbico rápido, entre 8-12 semanas, dependiendo del material.
- ✦ Se debe engrasar cada 8 horas de trabajo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- ✦ **Capacidad** de volteo hasta: 300 m³/h a 500 m³/h dependiendo del material.
- ✦ **Curván** de 600 mm de diámetro.
- ✦ **Peso** 450 KG
- ✦ **Anchura del eje de volteo:** 1,8 m
- ✦ Dimensión interna de la **altura del túnel:** 1 m.
- ✦ **Velocidad de trabajo** ideal: 50-700 m/h lineales dependiendo del material.
- ✦ **Pila:** anchura x altura 2,1 m x 1 m.
- ✦ Para **tractores** mínimo de 50CV, imprescindible velocidades super lentas: llevando en primera marcha entre 50-300 metros lineales hora.
- ✦ **Fusible** en la toma de fuerza y **grupo** bondioli de 2050.
- ✦ **Ruedas** 7.00/12 PR
- ✦ **Manual de instrucciones y certificado CE.**
- ✦ **Tara** 400 kg

Equipamiento opcional.

- ✦ **Sistema de riego** mediante barras esparcidoras conectadas a una manguera.

Volteadora de compost marca CAMPS modelo VC-1800,..... 10.480,00 €

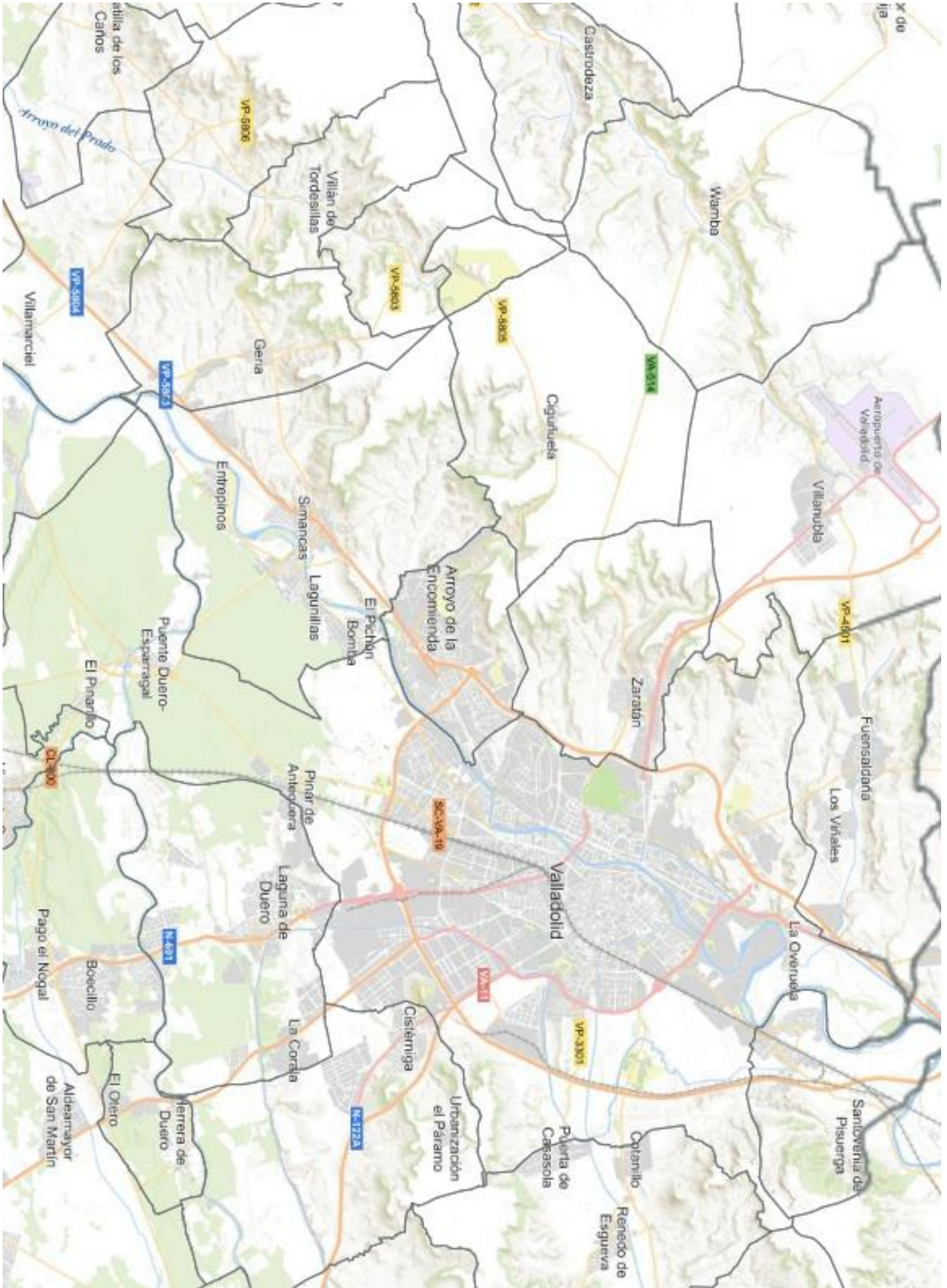
www.camposmaquinaria.com



daniel.c@camposmaquinaria.com, administración@camposmaquinaria.com

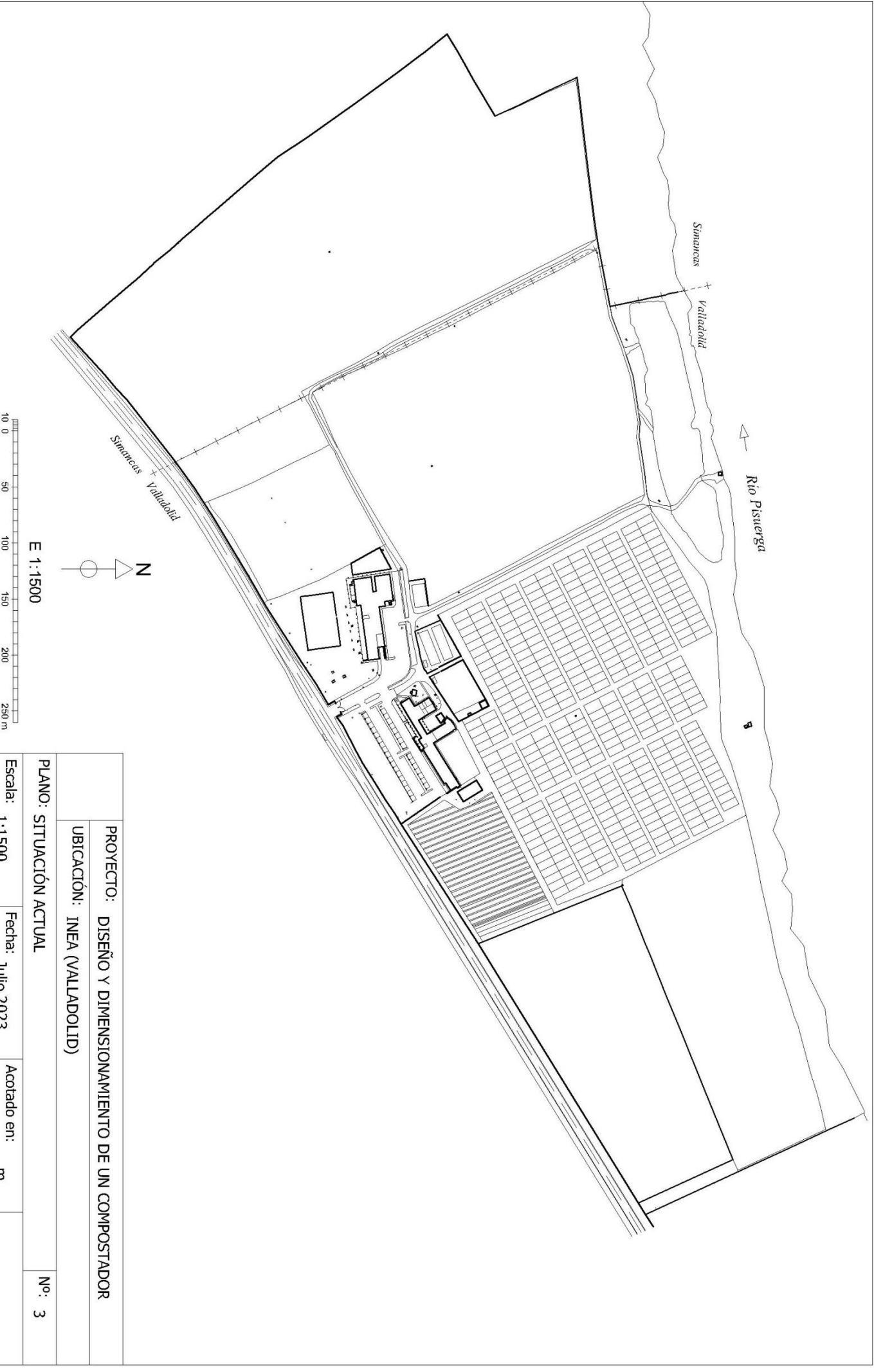
II. PLANOS

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR

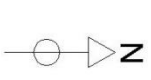
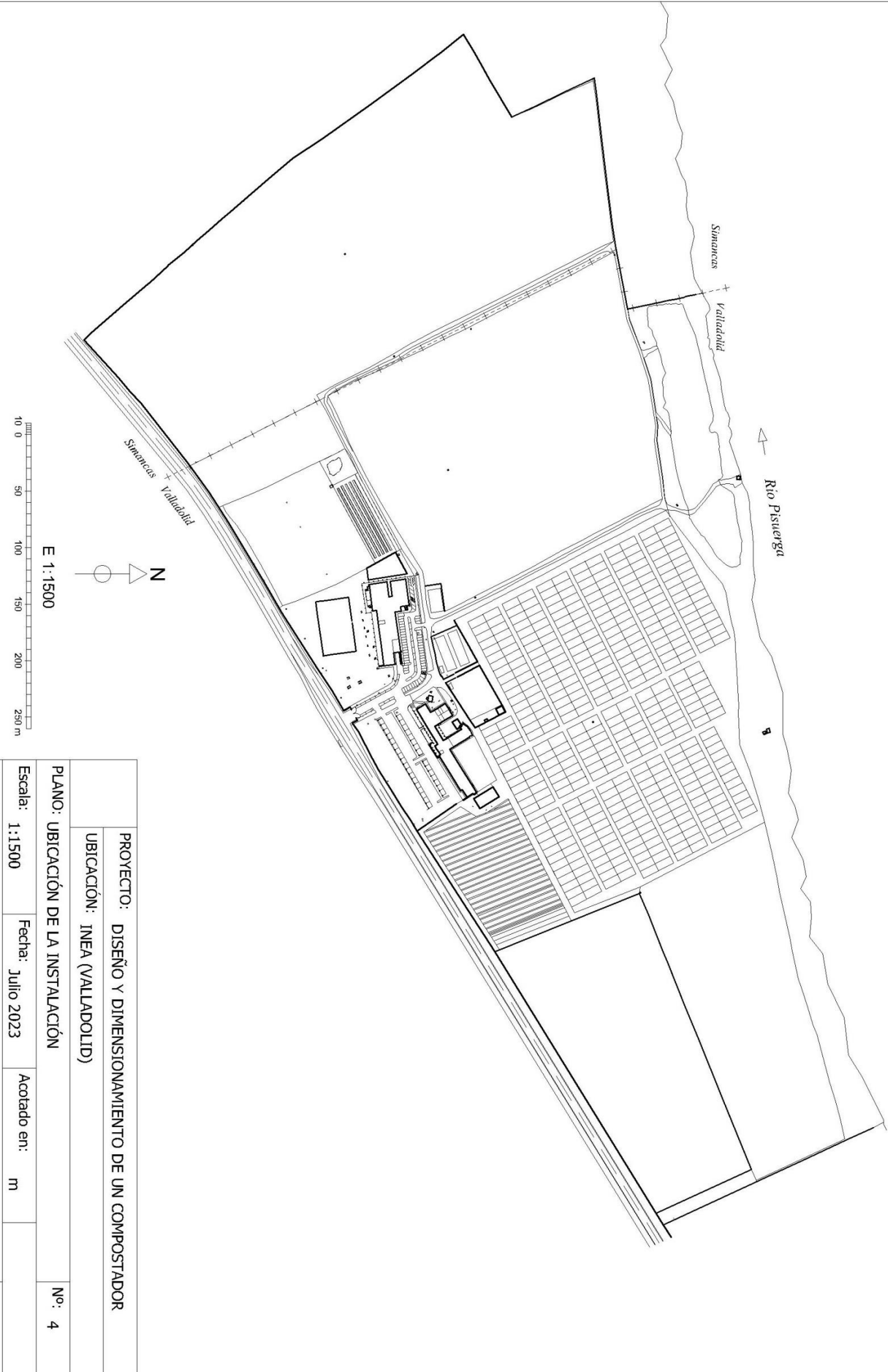




PROYECTO:		DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR	
UBICACIÓN:		INEA (VALLADOLID)	
PLANO:	SITUACIÓN ACTUAL	Nº: 2	
Escala:	1:1750	Fecha:	Julio 2023
PROMOTOR:	INEA	Acotado en:	m
TÉCNICO:	HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO		



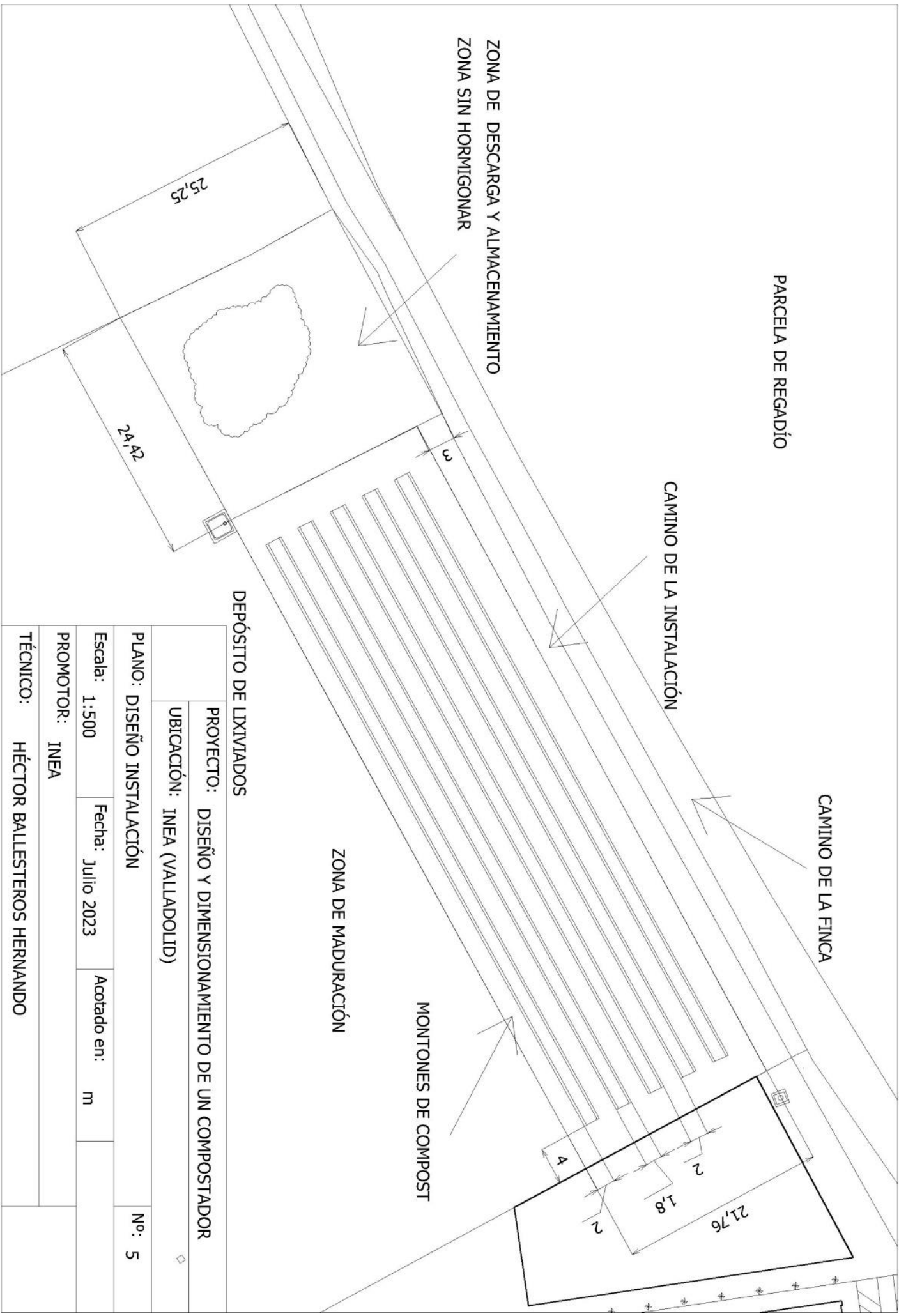
PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR		No: 3	
UBICACIÓN: INEA (VALLADOLID)			
PLANO: SITUACIÓN ACTUAL			
Escala: 1:1500	Fecha: Julio 2023	Acotado en:	m
PROMOTOR: INEA			
TÉCNICO: HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO			



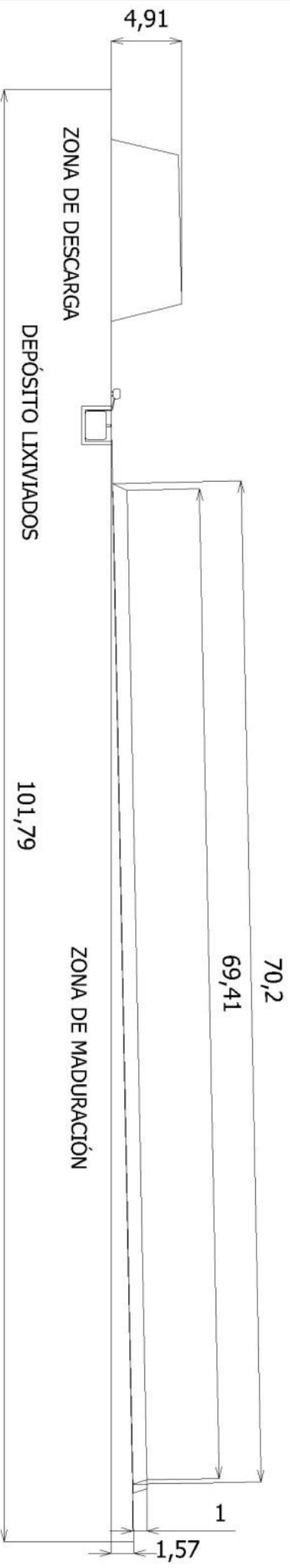
E 1:1500



PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR			
UBICACIÓN: INEA (VALLADOLID)			
PLANO: UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN			Nº: 4
Escala: 1:1500	Fecha: Julio 2023	Acotado en:	m
PROMOTOR: INEA			
TÉCNICO: HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO			



PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR UBICACIÓN: INEA (VALLADOLID)		PLANO: DISEÑO INSTALACIÓN Nº: 5	
ESCALA: 1:500 PROMOTOR: INEA	FECHA: Julio 2023 ACOTADO EN: m		
TÉCNICO: HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO			



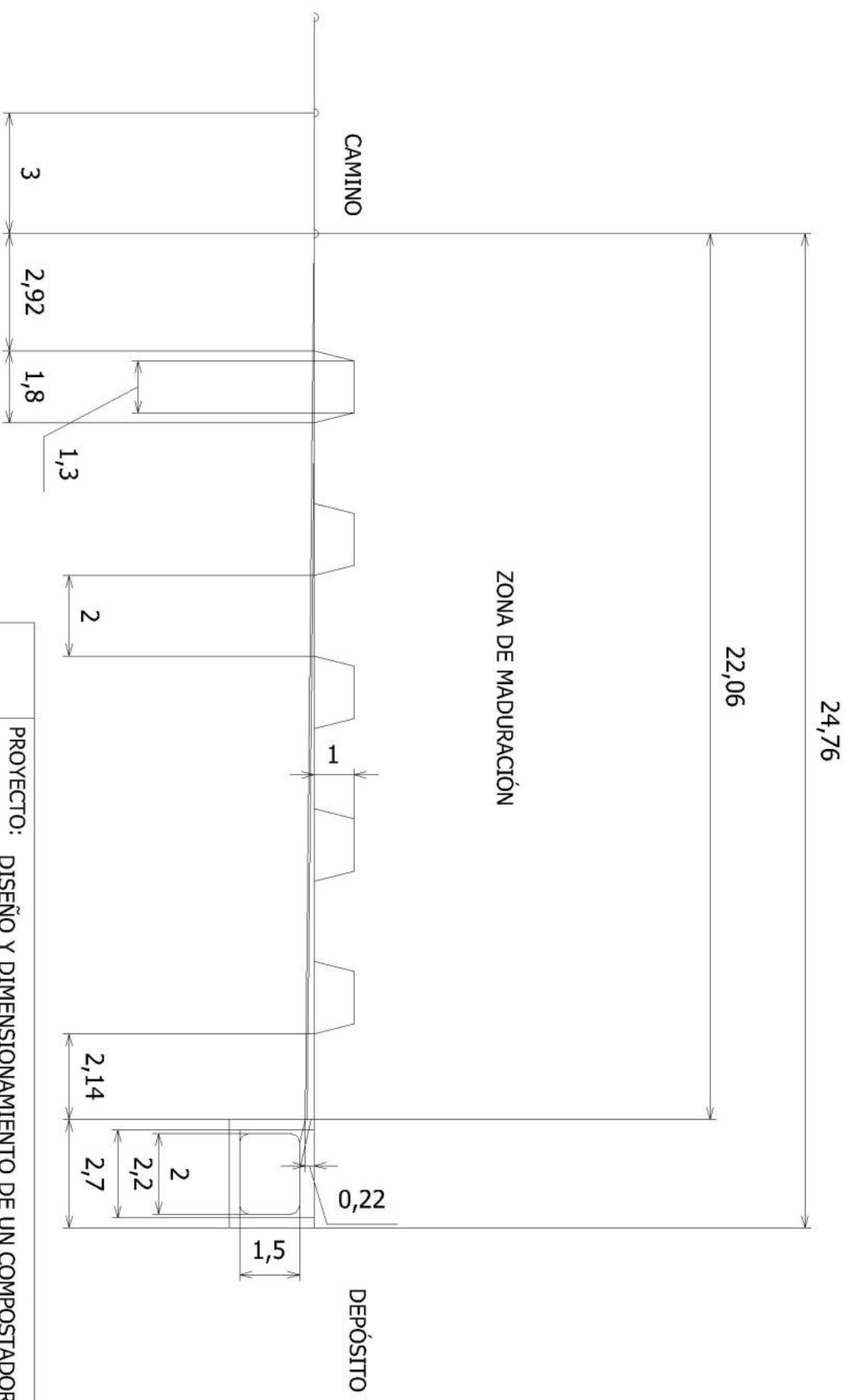
PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR
UBICACIÓN: INEA (VALLADOLID)

PLANO: PERFIL INSTALACIÓN Nº: 6

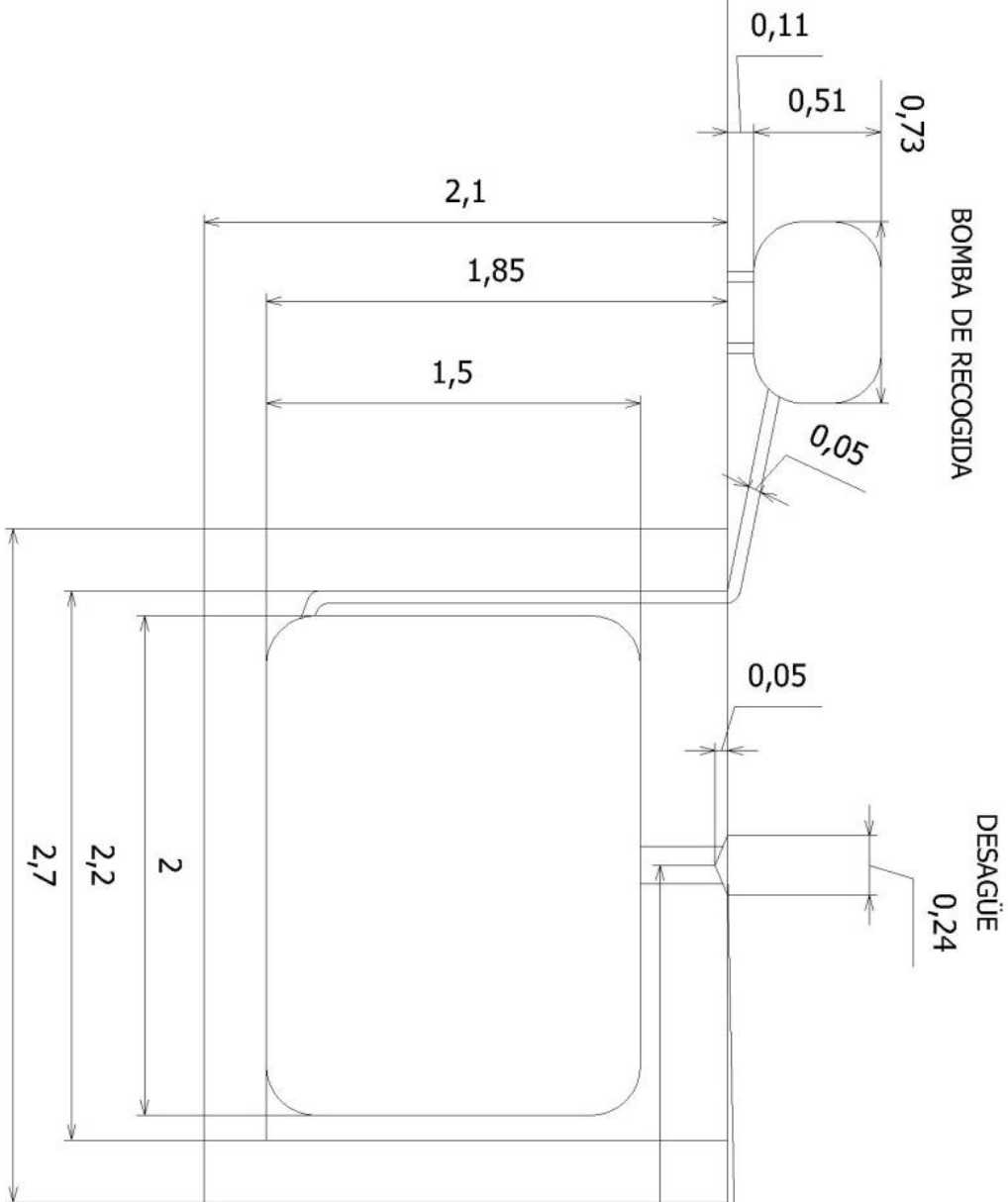
Escala: 1:400 **Fecha:** Julio 2023 **Acotado en:** m

PROMOTOR: INEA

TÉCNICO: HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO



PROYECTO:		DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR	
UBICACIÓN:		INEA (VALLADOLID)	
PLANO: PERFIL INSTALACIÓN			
Escala:	1:150	Fecha:	Julio 2023
PROMOTOR:	INEA		
TÉCNICO:	HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO		
			Nº: 7



DEPÓSITO DE LIXIVIADOS

PROYECTO: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE UN COMPOSTADOR		Nº: 8	
UBICACIÓN: INEA (VALLADOLID)			
PLANO: DETALLE DEPÓSITO LIXIVIADOS			
Escala: 1:30	Fecha: Julio 2023	Acotado en: m	
PROMOTOR: INEA			
TÉCNICO: HÉCTOR BALLESTEROS HERNANDO			

III. PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO 1 DISPOSICIONES LEGALES

1.1. Objeto y alcance del proyecto

El presente documento denominado Pliego de Condiciones es el conjunto de artículos o cláusulas que regulan los derechos, responsabilidades y obligaciones entre las partes que intervienen en el desarrollo, puesta en marcha y ejecución del proyecto. Tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales para la realización del proyecto, evitando las posibles interpretaciones distintas a las deseadas.

Este documento está dividido en dos partes: Pliego de Condiciones Administrativas y Pliego de Condiciones Técnicas particulares; siendo, en caso de discrepancia entre ellos, el último de estos el que tenga relevancia frente al otro. Concretamente el Pliego de Condiciones Generales define de forma genérica las condiciones que han de regir durante la ejecución del proyecto. Con ello, se consigue una mayor simplificación en el contenido del pliego, lo que redundará en mayor profundidad de definición de los aspectos específicos, y también se consigue una homogeneidad en los niveles de exigencia de calidad y control, tanto de los materiales a emplear y equipos, como de los sistemas de ejecución, así como una uniformidad en la medición para el abono de las distintas unidades de obra.

En lo referente a la repercusión del Pliego de Condiciones en las obras, cabe decir que las condiciones técnicas influirán notablemente tanto en la ejecución como en la dirección de la obra. Además, se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego todas las obras cuyas características, planos y presupuestos se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminado el edificio con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija, se ejecutarán en base a los proyectos adicionales que se redacten y en los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Director de Obra.

1.2.- Obras accesorias no especificadas en el proyecto

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a los órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con

arreglo a las reglas del buen arte constructivo. El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

1.3.- Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Mediciones y Presupuestos, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto.

1.4.- Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.5.- Director de la obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero o Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

1.6.- Disposiciones a tener en cuenta

Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del Monasterio de Fomento. - Normativa que regula la construcción de edificios (CTE)

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del Ministerio de Fomento.

Resolución General de Instrucciones para la Construcción Real Decreto 1339/2011, de 3 de octubre sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.

CAPÍTULO 2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

2.1. ATRIBUCIONES DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA

2.1.1. Dirección

El Ingeniero ostentará de manera exclusiva la dirección y coordinación de todo el equipo técnico que pudiera intervenir en la obra. Le corresponderá realizar la interpretación técnica, económica y estética del Proyecto, así como establecer las medidas necesarias para el desarrollo de la obra, con las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas.

2.1.2. Vicios ocultos

En el caso de que la Dirección Técnica encontrase razones fundadas para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en obra ejecutada, ordenará efectuar, en cualquier momento y previo a la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para el reconocimiento de aquellas partes supuestamente defectuosas. En el caso de que dichos vicios existan realmente, los gastos de demolición y reconstrucción correrán por cuenta del contratista, y en caso contrario, del propietario.

2.1.3. Inalterabilidad del proyecto

El proyecto será inalterable salvo que el Ingeniero renuncie expresamente a dicho proyecto, o fuera rescindido el convenio de prestaciones de servicios, suscrito por el promotor, en los términos y condiciones legalmente establecidos.

Cualquier obra que suponga alteración o modificación de los documentos del Proyecto sin previa autorización escrita de la dirección técnica podría ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente, pudiéndose llegar a la paralización de la propiedad, siendo

responsable del contratista.

2.1.4. Competencias específicas

La Dirección Facultativa resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de las unidades de obra, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de la misma. También estudiará las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando en su caso las propuestas correspondientes.

Asimismo, la Dirección Facultativa redactará y entregará, junto con los documentos señalados anteriormente, las liquidaciones, las certificaciones de plazo o estados de obra, las correspondientes a la recepción provisional y definitiva, y en general, toda la documentación propia de la obra misma. Por último, la Dirección Facultativa vigilará el cumplimiento de las Normas y Reglamentos vigentes, comprobará las alineaciones y replanteos, verificará las condiciones previstas para el suelo, controlará la calidad de los materiales y la elaboración y puesta en obra de las distintas unidades.

2.2. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

2.2.1. Definición

Se entiende por contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

2.2.2. Delegado de obra

El Delegado de obra es la persona designada expresamente por el Contratista con capacidad suficiente para ostentar la representación de éste y organizar la ejecución de la obra. Dicho delegado deberá poseer la titulación profesional adecuada cuando, dada la complejidad y volumen de la obra, la Dirección Facultativa lo considere conveniente.

2.2.3. Personal

El nivel técnico y la experiencia del personal aportado por el contratista serán adecuados, en cada caso, a las funciones que le hayan sido encomendadas.

2.2.4. Normativa

El Contratista estará obligado a conocer y cumplir estrictamente toda la normativa vigente en el campo técnico, laboral, y de seguridad e higiene en el trabajo. En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 25.10.97), y según las características de cada obra, deberá en su caso realizarse el Estudio de Seguridad e Higiene, que servirá para dar las 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.

2.2.5. Conocimiento y modificación del Proyecto

El Contratista deberá conocer el Proyecto en todos sus documentos, solicitando en caso necesario todas las aclaraciones que estime oportunas para la correcta interpretación de los mismos en la ejecución de la obra. Podrá proponer todas las modificaciones constructivas que crea adecuadas a la consideración del Ingeniero, pudiendo llevarlas a cabo con la autorización por escrito de éste.

2.2.6. Cooperación entre contratistas

Dentro de la obra podrán existir diferentes contratistas, cada uno a cargo de parte del alcance total de la obra. Todos ellos quedan obligados a coordinarse entre ellos para minimizar los problemas, diferencias o atrasos.

2.2.7. Realización de las obras

El Contratista realizará las obras de acuerdo con la documentación de Proyecto y las prescripciones, órdenes y planos complementarios que la Dirección Facultativa pueda suministrar a lo largo de la obra hasta la recepción de la misma, todo ello en el plazo estipulado.

2.2.8. Inicio de los trabajos y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

Previo al inicio de los mismos el Contratista deberá situar todos los puntos de referencia, de modo que se asegure la permanencia, de todas las alineaciones, niveles, etc. Dichos puntos de referencia serán fijados por la Dirección Facultativa. Tras su comprobación y visto bueno se redactará el Acta de Replanteo.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro del plazo acotado.

2.2.9. Responsabilidades

El Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y, por consiguiente, de los defectos que, bien por la mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, pudieran existir. También será responsable de aquellas partes de la obra que subcontrate, siempre con constructores legalmente

capacitados.

2.2.10. Condiciones generales de ejecución

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplen las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica del “Pliego General de condiciones de la Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

2.2.11. Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

2.2.12. Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc..., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

2.2.13. Medios Auxiliares

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas,... y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

2.2.14. Seguridad

El Contratista será el responsable de los accidentes que pudieran producirse en el desarrollo de la obra por inexperiencia o descuido, y de los daños que por la misma causa pueda ocasionar a terceros. En este sentido estará obligado a cumplir las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes.

2.2.15. Reclamaciones contra órdenes de la dirección

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante explicación razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.2.16. Libro de órdenes

En la oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

2.3. ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LA PROPIEDAD

2.3.1. Definición

Es aquella persona, física o jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, dentro de los cauces legalmente establecidos, una obra arquitectónica o urbanística.

2.3.2. Dirección de obra

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero o un técnico competente, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

2.3.3. Desarrollo técnico adecuado

La Propiedad podrá exigir de la Dirección Facultativa el desarrollo técnico adecuado del Proyecto y de su ejecución material, dentro de las limitaciones legales exigentes.

2.3.4. Interrupción de las obras

La Propiedad podrá desistir en cualquier momento de la ejecución de las obras de acuerdo con lo que establece el Código Civil, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer.

2.3.5. Cumplimiento de la Norma Urbanística

De acuerdo con lo establecido por la ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, la propiedad estará obligada al cumplimiento de todas las disposiciones sobre ordenación urbana vigentes, no pudiendo comenzarse las obras sin tener concedida la correspondiente licencia de los organismos competentes. Deberá comunicar a la Dirección Facultativa dicha concesión, pues de lo contrario, ésta podrá paralizar las obras, siendo la Propiedad la única responsable de los perjuicios que pudieran derivarse.

2.3.6. Actuación en el desarrollo de la obra

La Propiedad se abstendrá de ordenar la ejecución de obra alguna o la introducción de modificaciones sin la autorización de la Dirección Facultativa, así como a dar a la Obra un uso distinto para el que fue proyectada, dado que dicha modificación pudiera afectar a la seguridad del edificio por no estar prevista en las condiciones de encargo del Proyecto.

2.3.7. Honorarios

El propietario está obligado a satisfacer en el momento oportuno todos los honorarios que se hayan devengado, según contrato, en los Colegios Profesionales respectivos, por los trabajos profesionales realizados a partir del contrato de prestación de servicios entre la Dirección Facultativa y la Propiedad.

CAPÍTULO 3 DISPOSICIONES ECONÓMICAS

3.1. CONDICIONES GENERALES

3.1.1. Pagos al Contratista

El Contratista deberá percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, previa medición realizada conjuntamente por éste y la Dirección Facultativa, siempre que aquellos que se hayan realizado de acuerdo con el Proyecto y las Condiciones Generales y Particulares que rijan en la ejecución de la obra.

3.1.2. Fianza

Se exigirá al Contratista una fianza del tanto por ciento del presupuesto de ejecución de las obras contratadas que se fije en el Contrato.

3.1.3. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

3.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN

3.2.1. Precios contratados

Se ajustarán a los proporcionados por el Contratista en la oferta.

3.2.2. Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

3.2.3. Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, dada la variedad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello, en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio que repercuta, aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio se vea alterado en el mercado por causa justificada, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el Propietario.

Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos materiales, transportes, etc., que el Contratista desea como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constructivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

CAPÍTULO 4 DISPOSICIONES LEGALES

4.1. Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la Propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la Ley de Accidentes de Trabajo, subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

4.2. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos 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 en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan 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.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en

las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

4.3. Recepción provisional de las obras

Si se encuentran las obras ejecutadas en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, la Dirección Facultativa las dará por recibidas y se entregarán al uso de la propiedad, tras la firma de la correspondiente Acta de recepción provisional. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas, fijando un plazo para remediar aquellos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá serle concedido otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

4.4. Plazo de garantía

A partir de la firma del Acta de Recepción Provisional comenzará el plazo de garantía, cuya duración será la prevista en el Contrato de obras, y no podrá ser inferior a un año salvo casos especiales. Durante dicho plazo el contratista estará obligado a subsanar los defectos observados en la recepción y también los que no sean imputables al uso por parte del propietario.

4.5. Medición general y liquidación de las obras

La liquidación de la obra entre la Propiedad y el Contratista deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones que emita la Dirección Facultativa aplicando los precios y condiciones económicas del contrato, en un plazo de 15 días desde el acta de recepción.

4.6. Recepción definitiva y devolución de la fianza

Una vez finalizado el plazo de garantía y estando las obras en perfecto estado y reparados los defectos que hubieran podido manifestarse durante dicho plazo se firmará el Acta de Recepción Definitiva, quedando el Contratista relevado de toda responsabilidad, excepto las previstas en el Código Civil, y el Art.149 de la Ley 13/95 y procediéndose a la devolución de la fianza.

4.7. Ejecución de los trabajos a cargo de la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para reparar los

defectos mencionados, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza realizada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

4.8. Causas de rescisión de contrato Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1. La muerte o incapacidad del Contratista.
2. La quiebra del Contratista.

* En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo la obra bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

3. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a) La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso siempre que la valoración del Presupuesto de Ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente, en más o menos del 10%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40%, como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.

4. La suspensión de la obra comenzada, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5. La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.

6. El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.

7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9. El abandono de la obra sin causa justificada.

10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.9. Certificación final

Acabada la obra, la Dirección Facultativa emitirá el Certificado Final de Obra, visado por los correspondientes Colegios Profesionales.

4.10. Cumplimiento de la reglamentación El Contratista está obligado a cumplir la reglamentación vigente en el campo laboral, técnico y de seguridad e higiene en el trabajo.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

CAPÍTULO 5 CONDICIONES GENERALES

5.1. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.2. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.3. Condiciones generales de ejecución Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

CAPÍTULO 6 PRESCRIPCIONES DE MATERIALES

6.1. Hormigones

Agua: Podrá emplearse todo agua que sea potable o esté sancionada por la práctica como aceptable. En caso de duda, se someterá a análisis, tomando muestras según

UNE 83.951/08. Se rechazará si no cumple alguna de las condiciones siguientes:

Total max. De sustancias disueltas	15 g/l (UNE 83.951/08)
Máximo de sulfatos expresados en SO ₄ ⁺	1 g/l (UNE 83.951/08)
Máximo de ion cloro para hormigón	6 g/l (UNE 83.951/14)
Máximo de Hidratos de Carbono	0 g/l (UNE 83.951/14)
Materia orgánica soluble en Éter	5 g/l (UNE 83.951/14)
pH	5 (UNE 83.951/14)

Áridos:

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados y otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE-08.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por “arena” o “árido fino” el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5mm de luz de malla; por “grava” o “árido grueso” el que resulta detenido por dicho tamiz; y por “árido total” aquel que posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

Aditivos:

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua, que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire.

Se establecen los siguientes límites:

Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas bajas, del tres y medio por ciento (3,5%) del peso del cemento.

Si se usan aireantes para hormigones naturales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sera inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso del cemento.

En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento (10%) del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE-08.

Cemento:

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuosas serán retiradas de la obra. Los métodos de ensayos serán los detallados en el citado Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos. Se realizarán en laboratorios homologados. Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de las instrucciones EHE-08.

Hormigón preparado en fábrica:

Se recibirá en obra acompañado de la hoja de ruta con las características del hormigón suministrado, que han de corresponder a las exigidas para el elemento que se vaya a hormigonar. Se rechazará si no cumple el tiempo máximo de transporte y demás requisitos exigidos en EHE-08.

Hormigón preparado en obra:

Se dosificará para alcanzar las características señaladas para cada elemento a hormigonar y cumplir todo lo prescrito en EHE-08.

Encofrado:

Podrá ser de madera o metálico, pero cumplirá la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de 1 cm de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón, de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa será de 5 mm.

6.2. Aceros

Acero para armaduras:

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de 2.100.000 kg/cm². Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0,2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm², cuya carga de rotura no será inferior a 5.250 kg/cm². Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión deformación.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la instrucción EHE-08.

CAPÍTULO 7 PRESCRIPCIONES DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRA

7.1. Movimiento de tierras

Replanteo:

Antes de dar comienzo a las obras, el Ingeniero Director ayudado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra, que consiste en trasladar al terreno las dimensiones y formas indicadas en los planos que integran la documentación técnica de la obra. Una vez finalizado el mismo, se levantará el Acta de Comprobación de replanteo. Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Director de Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante. El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencia que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

Movimiento de tierras:

- Reconocimiento del terreno

La Dirección Facultativa podrá ordenar y el Contratista estará obligado a ejecutar a sus expensas, los siguientes trabajos:

En estructura, un pozo de reconocimiento cada 1000m² de planta, con una profundidad máxima de tres metros bajo la superficie de la cimentación.

Una prueba de carga por pozo sobre una placa circular de 50cm de diámetro.

Si no fuesen suficientes estos datos, la Dirección Facultativa podrá ordenar al Constructor, estando éste obligado, a hacer cuantos sondeos se estimen necesarios, siendo ya estos trabajos de abono por la Propiedad.

- Explanación

La explanación consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce, se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepto la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero, si no tuvieran aplicación dentro de la obra. De cualquier manera, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje. El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuarán con las precauciones necesarias, para evitar daño a las construcciones colindantes y existentes. Todos los tocones y raíces mayores de 10cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50cm por debajo de la rasante de excavación y no menos de 15cm por debajo de la superficie natural del terreno. Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste al nivel pedido.

No existe obligación por parte del constructor de trocear la madera a longitudes inferiores a 3m. La ejecución de estos trabajos se realizará produciendo las menores molestias posibles a las zonas habilitadas próximas al terreno desbrozado.

La excavación de la explanación se abonará por m³ realmente excavados, medidas por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de concluidos. La medición se hará sobre los perfiles obtenidos.

- Excavación de zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir emplazamiento adecuado para las obras de fábrica y estructuras, y sus cimentaciones; comprenden zanjas de drenaje u otras análogas. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, nivelación y evacuación del terreno y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

- Ejecución de las obras

El Contratista de las obras notificará con la antelación suficiente el comercio de cualquier excavación, a fin de que se puedan efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni renovará sin autorización.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad en que aparezca el firme y se obtenga una superficie limpia y firme, a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, la Dirección Facultativa podrá modificar la profundidad, si la vista de las condiciones del terreno lo estimara necesario a fin de conseguir una cimentación satisfactoria.

El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.

Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de zanjas.

El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.

La Dirección Facultativa indicará siempre la profundidad de los fondos de excavación de la zanja, aunque sea distinta a la del Proyecto, siendo su acabado limpio, a nivel o escalonado.

La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir

desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daño a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.

Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios. Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.

El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado u hormigón.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de 8 días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja para cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.

Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás protección.

Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

- Preparación de cimentaciones

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de

cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón pobre de 10cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

- Medición y abono

La excavación de zanjas o pozos se abonará por m³ realmente excavados medidos por diferencia entre los datos iniciales tomados antes de iniciar los trabajos y los datos finales tomados después de finalizados los mismos.

- Relleno y apisonado de zanjas de pozos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

- Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontales. El espesor de estas tongadas será el adecuado a los medios disponibles para que se obtenga en todo el mismo grado de compactación exigido.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del 2%. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la desecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si esto no fuese factible, el tráfico que tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de manera que se concentren rodadas en superficie.

Si el relleno tuviera que realizarse sobre el terreno natural, se realizará en primer lugar el desbroce y limpieza del terreno, se seguirá con la excavación y extracción de material inadecuado en la profundidad requerida por el Proyecto, escarificándose

posteriormente el terreno para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno que tiene presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Si los terrenos fuesen inestables, apareciera turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme.

El relleno del trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días si es de hormigón.

Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada. Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos. Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2°C.

Las distintas zonas de los rellenos se abonarán por m³ realmente ejecutados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciarse los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de compactar el terreno.

7.2 Hormigones

Dosificación de hormigones:

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE-08.

Fabricación de hormigones:

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán en las prescripciones generales de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). Real Decreto 2661/1998, del Ministerio de Fomento.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del 2% para el agua y el cemento, 5% para los distintos tamaños de áridos y 2% para el árido total. La instalación del hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de las componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme. En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose con la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a 5 segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará completamente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

Transporte de hormigón:

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación. Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

Puesta en obra del hormigón:

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlos con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados. Al verter el hormigón se removerá enérgicamente y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

Compactación del hormigón:

La compactación del hormigón debe realizarse por vibración. Los vibradores se

aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10cm/seg, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior de 75cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada de una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10cm de la pared del encofrado.

Curado de hormigón:

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar. En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja y otros tejidos análogos durante tres días.

Juntas en el hormigonado:

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda la suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

Terminación de los parámetros vistos:

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los

parámetros planos, medida respecto a una regla de 2 metros de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: 6 mm
- Superficies ocultas: 25 mm

Limitaciones de ejecución:

El hormigonado se suspenderá en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar con el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado...
- Colocación de armaduras
- Limpieza y humedecido de los encofrados

Durante el hormigonado:

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0°C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 horas. No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 horas se tratará la junta con resinas.

No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cementos.

Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.

Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días.

Medición y Abono:

El hormigón se medirá y se abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no se necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metros cuadrados como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está todo incluido en el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio siempre van incluidos los servicios y costos de curado de hormigón.

7.3 Solera

Capa resistente compuesta por una base granular compactada, impermeabilización y una capa de hormigón con espesor variable según el uso para el que esté indicado. Se apoya sobre el terreno, pudiéndose disponer directamente como pavimento mediante un tratamiento de acabado superficial, o bien como base para un solado.

Se utiliza para base de instalaciones o para locales con sobrecarga estática variable según el uso para el que esté indicado (garaje, locales comerciales, etc.).

Previamente, se compactarán y limpiarán los suelos naturales, las instalaciones enterradas estarán terminadas y se fijarán puntos de nivel para la realización de la solera.

La base granular se extenderá sobre el terreno limpio y compactado. Se compactará mecánicamente y se enrasará. A continuación se colocará la lámina de polietileno sobre la base.

La capa de hormigón se extenderá sobre la lámina impermeabilizante; su espesor vendrá definido en proyecto según el uso y la carga que tenga que soportar. Si se ha de disponer de malla electrosoldada, se dispondrá antes de colocar el hormigón.

Antes de verter el hormigón se colocará el elemento separador de poliestireno expandido que formará la junta de contorno alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera. Las juntas de retracción se ejecutarán mediante cajeados provistos o realizados posteriormente a máquina. Si es necesario se dispondrá de una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En caso de que se utilice como capa drenante un encachado, deberá disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

La superficie de la solera se terminará mediante reglado, o se dejará a la espera de solado. El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas las direcciones. Colocando una regla de 2m de longitud sobre el solado, en cualquier dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5mm.

Se impedirá el tránsito por los solados hasta transcurridos 4 días como mínimo, y en caso de ser éste indispensable, se tomarán las medidas precisas para que no se perjudique al solado.

Medición y abono:

Los pavimentos se medirán y abonarán por metros cuadrados de superficie de solado realmente ejecutada. Los rodapiés y los peldaños de escalera se medirán y abonarán por metro lineal. El precio comprende todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad de obra con arreglo a las prescripciones de este pliego.

No se superarán las cargas normales previstas. Se evitará la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles. La solera no se verá sometida a la acción de: aguas con pH menor de 6 o mayor de 9, o con una concentración en sulfatos superior a 0,20 g/l, aceites minerales orgánicos y pesados ni a temperaturas superiores a 40°C.

IV. PRESUPUESTO

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
	1 Preparación del terreno		
	1.1 Movimiento de tierra superficial		
1.1.1	m3 Evacuación de escombros cargados en sacos a mano / transporte a vertedero.	48,01	CUARENTA Y OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO
1.1.2	m3 Excavación en zanjas, hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	45,32	CUARENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
	2 Hormigón		
2.1	m3 Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares, considerando las zahorras a pie de talo.	9,04	NUEVE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
2.2	m2 Solera de hormigón amado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa, de central, livido, curado, colocación y amado con # 15x15/8, p.p. de juntas, serrado de las mismas y fratasado.	35,03	TREINTA Y CINCO EUROS CON TRES CÉNTIMOS
	3 Adquisiciones		
	3.1 Volteadora	1.480,00	MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS
	3.2 Criba	523,00	QUINIENTOS VEINTITRÉS EUROS
	3.3 Depósito lixiviados	3.400,00	TRES MIL CUATROCIENTOS EUROS
	3.4 Bomba lixiviados	250,00	DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS
	3.5 Cubierta	6.720,00	SEISMIL SETECIENTOS VEINTE EUROS
	Valladolid julio 2023 Ingeniero Agrícola		
	Héctor Ballesteros		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
	3.3 Depósito lixiviados 3.4 Bomba lixiviados 3.5 Cubierta Valladolid julio 2023 Ingeniero Agrícola Héctor Ballesteros	3.400,00 250,00 6.720,00	

Presupuesto y medición

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
1.1 Movimiento de tierra superficial					
1.1.1 E30DVE020a	m3	Evacuación de escombros cargados en sacos a mano i/transporte a vertedero.			
		Total m3	1,000	48,01	48,01
1.1.2 E02EZA030	m3	Excavación en zanjas, hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
		Total m3	8,000	45,32	362,56

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
2.1 E02ESA030av	m3	Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor, hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medicos auxiliares, considerando las zahorras a pie de talzo.			
		Total m3	1.707,677	9,04	15.437,40
2.2 E04SA040a	m2	Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.			
		Total m2	1.707,677	35,03	59.819,93

Código	Ud	Denominación	Medición	Precio	Total
3.1		Volteadora			
	Total		1	1.480,00	1.480,00
3.2		Criba			
	Total		1	523,00	523,00
3.3		Depósito lixiviados			
	Total		1	3.480,00	3.480,00
3.4		Bomba lixiviados			
	Total		1	250,00	250,00
3.5		Cubierta			
	Total		1	6.720,00	6.720,00

Presupuesto de ejecución material

1. Preparación del terreno	410,57
2. Hormigón	75.257,33
3. Adquisiciones	21.373,00
	<hr/>
Total:	97.040,90

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVENTA Y SIETE MIL CUARENTA EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS.

Valladolid julio 2023
Ingeniero Agrícola

Héctor Ballesteros

Proyecto: Solera de hormigón y sistema de riego

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Preparación del terreno	410,57
Capítulo 1.1 Movimiento de tierra superficial	410,57
Capítulo 2 Hormigón	75.257,33
Capítulo 3 Adquisiciones	21.373,00
Capítulo 3.1 Volteadora	10.480,00
Capítulo 3.2 Criba	523,00
Capítulo 3.3 Depósito lixiviados	3.400,00
Capítulo 3.4 Bomba lixiviados	250,00
Capítulo 3.5 Cubierta	6.720,00
Presupuesto de ejecución material	97.040,90
12% de gastos generales	11.644,91
5% de beneficio industrial	4.852,05
Presupuesto de ejecución por contrata	113.537,86

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO TRECE MIL QUINIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Valladolid julio 2023
Ingeniero Agrícola

Héctor Ballesteros

Proyecto: Solera de hormigón y sistema de riego

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Preparación del terreno	410,57
Capítulo 1.1 Movimiento de tierra superficial	410,57
Capítulo 2 Hormigón	75.257,33
Capítulo 3 Adquisiciones	21.373,00
Capítulo 3.1 Volteadora	10.480,00
Capítulo 3.2 Criba	523,00
Capítulo 3.3 Depósito lixiviados	3.400,00
Capítulo 3.4 Bomba lixiviados	250,00
Capítulo 3.5 Cubierta	6.720,00
Presupuesto de ejecución material	97.040,90
12% de gastos generales	11.644,91
5% de beneficio industrial	4.852,05
Suma	113.537,86
21% IVA	23.842,95
Presupuesto de ejecución por contrata	137.380,81

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS.

Valladolid julio 2023
Ingeniero Agrícola

Héctor Ballesteros

Proyecto: Solera de hormigón y sistema de riego

Capítulo	Importe
1 Preparación del terreno	
1.1 Movimiento de tierra superficial	410,57
Total 1 Preparación del terreno	410,57
2 Hormigón	75.257,33
3 Adquisiciones	
3.1 Volteadora	10.480,00
3.2 Criba	523,00
3.3 Depósito lixiviados	3.400,00
3.4 Bomba lixiviados	250,00
3.5 Cubierta	6.720,00
Total 3 Adquisiciones	21.373,00
Presupuesto de ejecución material	97.040,90

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVENTA Y SIETE MIL CUARENTA EUROS CON NOVENTA CENTIMOS.

Valladolid julio 2023
Ingeniero Agrícola

Héctor Ballesteros