

PROYECTO DE PLANTA DE COMPOSTAJE BAJO EL MODELO AGRÍCOLA. PLANTA DE LARTZANDIETA

Definición del proyecto

El proyecto se ha definido para dar cumplimiento al principal objetivo del mismo, que reside en continuar reduciendo la cantidad de residuos que se genera en el municipio, apostando por una estrategia de gestión centrada en las tres prioridades de la Jerarquía de Gestión de Residuos (Reducción, Reutilización y Reciclaje). Para ello se centra en los biorresiduos generados en el municipio (los que no son compostados en los domicilios o zonas de compostaje comunitario).

Se pretende dar un tratamiento local y eficiente mediante un modelo de compostaje agrícola, con todas las garantías ambientales, y que además cree sinergias positivas a nivel social y económico en la zona, creando puestos de trabajo y potenciando una economía verde ligada a la gestión de la materia orgánica.

La asociación de desarrollo rural Behemendi pretende poner en marcha la planta de compostaje piloto de Lartzandieta, con una capacidad de tratamiento de $74\text{m}^3\cdot\text{año}^{-1}$ o $48\text{Tn}\cdot\text{año}^{-1}$.

Ubicación del proyecto

La planta de agrocompostaje del barrio Urdaiaga Nº44 se proyecta en un emplazamiento de forma cuadrangular de aproximadamente 300m^2 , junto a una vía de acceso relativamente fácil. Desde el centro de Usurbil, por la N-634 por el ramal en dirección Bilbao, girando hacia la izquierda "Aginaga Auzoa" y subiendo hasta el número 44, se accede a la ubicación en menos de 10 minutos. (ver plano 1 ubicación)

La forma de la parcela es muy adecuada para la disposición de pilas de compostaje y con un diseño correcto permitirá la maniobrabilidad de la maquinaria especializada para el manejo y control del proceso.

Se trata de un emplazamiento rural, a 1.4km del centro de Usurbil, rodeado por prados y bosques, con caseríos diseminados y varias zonas habitadas cercanas, como San Esteban y Santuene (250-500m de distancia aproximadamente).

La parcela es propiedad del baserritarra, que ya cuenta en su caserío de las instalaciones necesarias como acceso rodado, suministro de electricidad, agua potable y telefonía, por lo que no es necesaria la construcción de nuevas acometidas ni adecuación de las redes ni accesos ya existentes.

Características del proyecto

El compostaje no es más que la optimización del proceso natural por el cual los residuos orgánicos retornan al suelo cerrando el ciclo de la materia orgánica. El proceso de compostaje adecuadamente cuidado permite obtener un humus, un sustrato o una enmienda de calidad en menos tiempo que el que se necesitaría en los sistemas de transformación naturales de la materia orgánica como los suelos de los bosques, donde este proceso puede durar meses e incluso años.

La responsabilidad de la degradación en el proceso de compostaje recae fundamentalmente en los microorganismos: principalmente en hongos, bacterias y

actinomicetes, que según las diferentes fases que caracterizan el proceso de compostaje van sucediéndose, limitando así la actividad de algunos de estos microorganismos y dando ventajas a otros. Cada una de estas fases del proceso está bien definida por las condiciones físicas y químicas del material, principalmente por la temperatura. Así, para gestionar el proceso biológico de la manera correcta, es necesario cumplir ciertos parámetros físicos y químicos iniciales en los residuos biológicos a tratar, así como realizar una monitorización adecuada y el control de ciertos parámetros durante todo el proceso para asegurar su eficiencia (temperatura, disponibilidad de oxígeno intersticial, la humedad del material y el equilibrio de nutrientes).

Las características de las instalaciones buscan maximizar la eficiencia y la sencillez basándose en tres elementos clave de su diseño:

1. Un tamaño de las instalaciones pequeño, de tal modo que su capacidad de tratamiento permita poder manejar adecuadamente los materiales que se estén compostando y llegar a obtener un producto maduro, estabilizado e higienizado. Además, las entradas de biorresiduos previstas no son continuadas, sino que lo harán cada cierto período de tiempo (2 semanas). Esto permite garantizar que se dispondrá de tiempo para gestionar adecuadamente los primeros momentos del compostaje de estos biorresiduos, que son los más críticos y donde se podrían producir afecciones ambientales por un manejo incorrecto.
2. Emplear maquinaria específica para ciertas tareas claves del proceso.
3. Los responsables y operarios de las plantas recibirán una formación técnica intensiva, tanto teórica como práctica, con un acompañamiento durante los primeros meses de operatividad de las instalaciones.

Datos de partida

Los datos de partida considerados para el dimensionamiento de la instalación se adjuntan en la siguiente imagen. Tal y como se aprecia, se podrán tratar $74\text{m}^3.\text{año}^{-1}$, lo que equivale a $48\text{t}.\text{año}^{-1}$. La instalación recibirá 2 toneladas semanales durante 6 meses del año, equivalentes a $74\text{m}^3.\text{año}^{-1}$.

Parámetro	FORM	Estructurante	Mezcla
Cantidad – Masa (t·año ⁻¹)	48	24	72
Densidad aparente (t·m ⁻³)	0,65	0,3	0,5 ^a
Cantidad – Volumen (m ³ ·año ⁻¹)	74	74	140
Proporción mezcla (vol:vol)	1	1	-
Sólidos totales (% s.m.f.)	25	70 ^a	39 ^a
Sólidos volátiles (% s.m.s.)	80	85 ^a	82,8 ^a
Densidad real (t·m ⁻³)	1,1 ^a	1,6 ^a	1,2 ^a
Porosidad (%)	41,3 ^a	77,8 ^a	57,4 ^a
Nitrógeno Kjeldahl (% s.m.s.)	2 ^b	1,5 ^b	1,7 ^a
Relación C/N total			24,1 ^a

a: datos mostrados y cálculos realizados según las fórmulas de la *Guia de Suport per al Disseny i l'Explotació de Plantes de Compostatge de la Agència de Residus de Catalunya*.

b: dato tomado de: Puyuelo, B; Ponsá, S.; Gea, T.; Sánchez, T. 2011. *Determining C/N ratios for typical organic waste using biodegradable fractions*. Chemosphere 85 653–659

Figura 1: Datos de partida considerados para el dimensionamiento de la planta. Fuente: Documento "Asesoramiento técnico en el desarrollo del proyecto de plantas de compostaje bajo el modelo agrícola".

Una de las claves para el buen diseño y funcionamiento de la planta es encontrar la mejor relación entre la cantidad de biorresiduo (FORM, Fracción Orgánica del Residuo Municipal) a tratar, y la cantidad óptima de material estructurante. Tal y como se detalla en la tabla, se estima que la proporción adecuada será 1 a 1 en volumen (v:v)=1/1 (proporción volumétrica).

Sistema de compostaje

En el diseño de la planta se busca:

- Encontrar relación adecuada entre mezcla a tratar (FORM/materia estructurante) y el espacio disponible, para lo cual las dimensiones y la relación superficie/volumen de los montones, pilas o mesetas de material juegan un papel clave.
- Minimizar necesidades de acondicionamiento del terreno y movimiento de tierras
- Ajustar los requerimientos de maquinaria móvil y fija

A continuación, se describen las etapas del proceso de compostaje, señalando los puntos más significativos a tener en cuenta para la obtención de un compost de calidad y la minimización de los efectos ambientales. La figura del modelo de planta de compostaje ayuda a comprender las diferentes etapas descritas. En el plano N.º 2 Planta de Lartzandieta, se muestra la distribución de la planta de Lartzandieta.

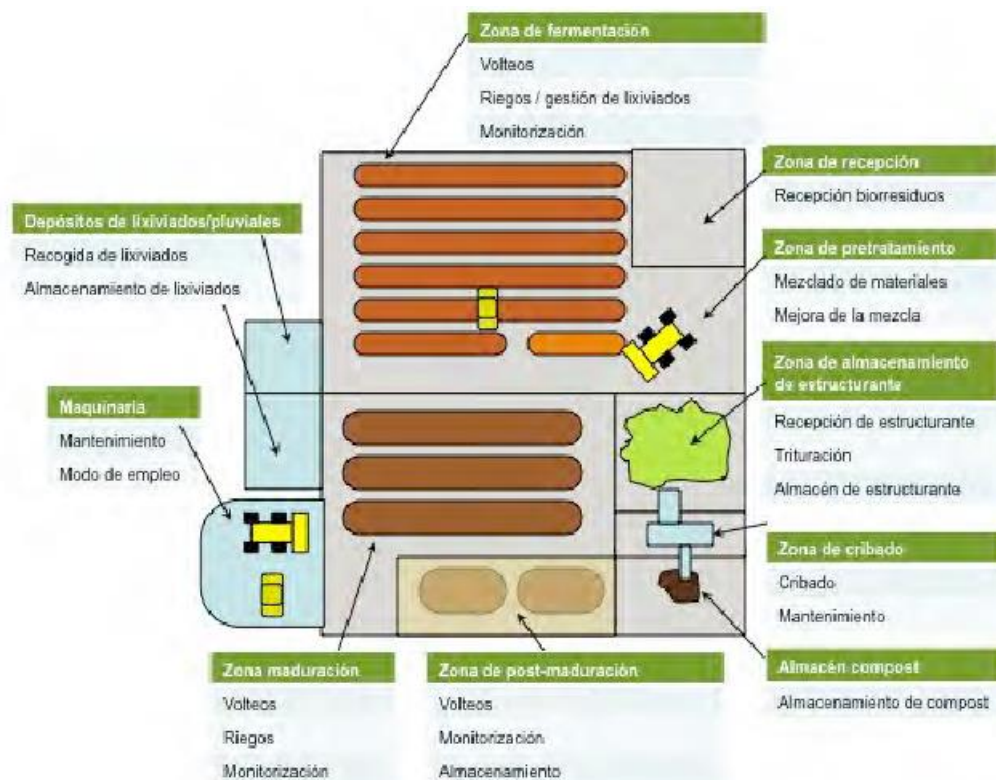


Figura 2: Modelo idealizado de una planta de compostaje tipo. Fuente: Documento "Manual de funcionamiento de planta para el modelo de compostaje agrícola en Usurbil".

1. Recepción y pretratamiento

Para evitar posibles afecciones ambientales lo mejor es evitar cualquier almacenamiento de los biorresiduos que sean recibidos en la instalación e introducirlos a tratamiento inmediatamente.

En el caso de una instalación sencilla y de pequeño tamaño como esta interesa combinar las operaciones de recepción del biorresiduo y su acondicionamiento (principalmente mezclado con el material complementario/estructurante) y evitar así el tener que disponer de espacios de acumulación y almacenamiento. Para ello, el operario habrá dispuesto una cama de material estructurante en el suelo sobre la que se verterán los biorresiduos, que serán cubiertos inmediatamente con material estructurante, hasta alcanzar aproximadamente la proporción de mezcla establecida. Inmediatamente después se deberá voltear para hacer una primera mezcla de ambos materiales, rompiendo y abriendo las bolsas en el caso que se usen compostables. En el caso de que lleguen bolsas de plástico u otros impropios, el operario deberá retirarlos manualmente.

Un factor clave es el relativo a la proporción de material complementario/estructurante que se va a emplear para dotar al biorresiduo a compostar de las condiciones óptimas para el proceso en cuanto a porosidad, humedad y equilibrio de nutrientes.

Por lo tanto, para el correcto funcionamiento de la planta, se debe priorizar el disponer de suficiente material estructurante en todo momento. El estructurante suele proceder

de las podas de jardinería, que se ciñen a una época concreta del año, por lo que será necesario el almacenamiento de este estructurante para abastecer la planta a lo largo de todo el año. Este almacenamiento se realizará en instalaciones municipales, de donde se transportará a la planta. Mencionar además, que en este caso concreto, para la planta de Lartzandieta se utilizará estructurante procedente de la explotación agroganadera colindante (estiércol de caballos y de la explotación de pollos).

2. Fase de fermentación o descomposición

Se caracteriza por la intensidad del proceso biológico degradativo y por tanto por las necesidades de determinados parámetros como la demanda de oxígeno por los microorganismos.

Mediante la introducción de un sistema dinámico en el que se combinan el alto grado de homogeneización del material en proceso, su control de la humedad y la reducción del tamaño de partícula, se garantiza la optimización del proceso. Ambientalmente se considera una estrategia de minimización de emisiones y su control. En esta fase los materiales deben estar 8 semanas.

Es importante conseguir el tamaño adecuado de pilas de materiales compostables. En Usurbil, debido a las importantes precipitaciones a lo largo del año, se generarían lixiviados si las pilas pequeñas quedaran bajo lluvia o nieve durante demasiado tiempo. Es necesario alcanzar un equilibrio entre el tamaño de pila y la necesidad de cobertura del material, que se puede hacer mediante dos sistemas:

- Cubrición con lonas semipermeables
- Confinar el espacio de la fase de fermentación en una construcción tipo invernadero.

En la siguiente figura se detalla el dimensionamiento de la zona de pilas de fermentación, considerando un espacio vacío para formar una nueva pila mientras se retira la más antigua a la fase de maduración.

Parámetro	Valor	Unidades
Tiempo de proceso	8	semanas
Nº de pilas semanales	1/4	pilas-semana ⁻¹
Nº de pilas en fase de descomposición	2	pilas
Altura x anchura de cada pila	1,2 x 2,6	metros
Longitud de pila	6	metros
Anchura de la zona	13	metros
Longitud de la zona	13,6	metros

Figura 3: Dimensionamiento de las pilas de la fase de fermentación, considerando la pila de forma intermedia entre un triángulo y una semicircunferencia. Fuente: Documento "Asesoramiento técnico en el desarrollo del proyecto de plantas de compostaje bajo el modelo agrícola".

Las condiciones de las pilas deberán estar controladas, sobre todo humedad y temperatura, para realizar el aporte de humedad (con recirculación de lixiviados en esta fase) o la cubrición en caso necesario. Además, se realizarán los volteos periódicos establecidos, que permitirán mantener la porosidad de la pila, incrementar su homogeneidad, abrir/romper bolsas compostables, y prácticamente garantizar que todo el material pasa por las mismas condiciones de proceso en esta fase de fermentación.

3. Fase de maduración. Mesetas y pilas

El tiempo de proceso en esta fase son otras 8 semanas aproximadamente, que puede interesar alargar más o menos según la estrategia de explotación de la instalación o según requerimientos del compost a comercializar.

Para la fase de maduración se propone un sistema predominantemente estático, aunque debe haber algún volteo/mezclado del material para evitar compactación del material, formación de vías preferentes de ventilación y estratificaciones de los niveles de humedad.

La actividad biológica degradativa es mucho menos intensiva, y el modelo más sencillo y que mejor combina la conservación de la humedad y la temperatura adecuadas, con la optimización del espacio en la planta, es el modelo de meseta. Consiste en realizar una pila de mayores dimensiones y forma trapezoidal, con limitación de altura de 2m, para evitar fenómenos de compactación en las partes inferiores.

En esta fase, en caso de necesitar aumentar la humedad para mantener la actividad biológica, debe hacerse con agua limpia (no tiene que ser potable), dado que si se hiciera con lixiviados, no se podría garantizar la higienización total del material.

En la siguiente figura se detalla el dimensionamiento de la zona de mesetas de maduración.

Parámetro	Valor	Unidades
Nº de mesetas de maduración	2	mesetas
Altura máxima de las mesetas	1,7	metros
Superficie unitaria de las mesetas	5	m ²
Anchura zona de maduración	12	metros
Longitud zona de maduración	8	metros

Figura 4: Dimensionamiento de las mesetas de maduración. Fuente: Documento "Asesoramiento técnico en el desarrollo del proyecto de plantas de compostaje bajo el modelo agrícola".

4. Fase de acumulación y cribado

La duración de la acumulación dependerá fundamentalmente de las necesidades del *baserritarra* en cuanto al uso del producto final, el compost. Dependiendo del destino previsto la estabilidad o madurez del compost tendrá distintos requerimientos y en función de esto el tiempo de maduración se alargarán o acortará. Eso marcará las necesidades de espacio para esta fase. En cualquier caso, si se pretende disponer de

un espacio donde el material se pueda acumular un tiempo antes de su cribado, debería ser un espacio cubierto o en su defecto cubrir con lonas impermeables, para evitar principalmente que el material se vea afectado por precipitaciones, lo que incrementaría su humedad y reduciría la eficiencia del cribado.

La necesidad de cribado está sujeta a factores como la calidad necesaria del compost producido, del ritmo de salida, que depende del uso que se le dé al compost, y vendrá influenciado por la cantidad de material leñoso usado como estructurante que se recuperará para recircular en el proceso.

La criba se puede hacer dentro de la propia planta, con una criba que se comparta con otras plantas de agrocompostaje del municipio, o fuera de la misma, y la tipología de cribado dependerá del tipo de aplicación que se le de al compost; incluso de la posibilidad de elaborar sustratos o enmiendas orgánicas para jardinería, paisajismo, ciertos cultivos agrícolas, etc.

5. Captación y gestión de los lixiviados

Los lixiviados son los principales causantes de los episodios de malos olores cuando no se diseñan ni gestionan adecuadamente este tipo de plantas de compostaje, por lo que el diseño y dimensionamiento de la balsa de lixiviados es un aspecto clave a la hora de minimizar impactos ambientales. Para ello, las zonas de fermentación y maduración deben estar sobre una superficie impermeabilizada, preferiblemente en hormigón, ya que el asfalto convencional es atacado por los lixiviados. Estas superficies deben tener una pendiente con captación lateral de lixiviados que serán canalizados hasta su correspondiente sistema de almacenamiento.

Según los parámetros de partida usados, tal y como se observa en la figura adjunta, las cantidades de lixiviados que se generarán son bajas, no llegan a 8m³, por lo que se pueden disponer de diferentes alternativas sencillas y de bajo coste utilizando depósitos prefabricados conectados entre sí, por ejemplo, depósitos de 1m³ encadenados.

Estos sistemas presentan grandes ventajas: son de bajo coste y mínima necesidad de instalación; al ser recipientes cerrados evita la entrada de agua de lluvia y la liberación incontrolada de sustancias gaseosas causantes de malos olores y atracción de insectos; y su diseño facilita la gestión del lixiviado mediante su recirculación al proceso como líquido de riego para aumentar la humedad de las pilas de fermentación.

Balance de masas

El diagrama de la figura adjuntada detalla el balance de masas esperado. Se observa la mezcla del biorresiduo (81m³) con estructurante (TRV=triturado vegetal) (otros 81m³), y las reducciones que se dan en el proceso. Señalar que se estima conseguir 55m³ de compost al año, y recircular del proceso 26m³ de estructurante.

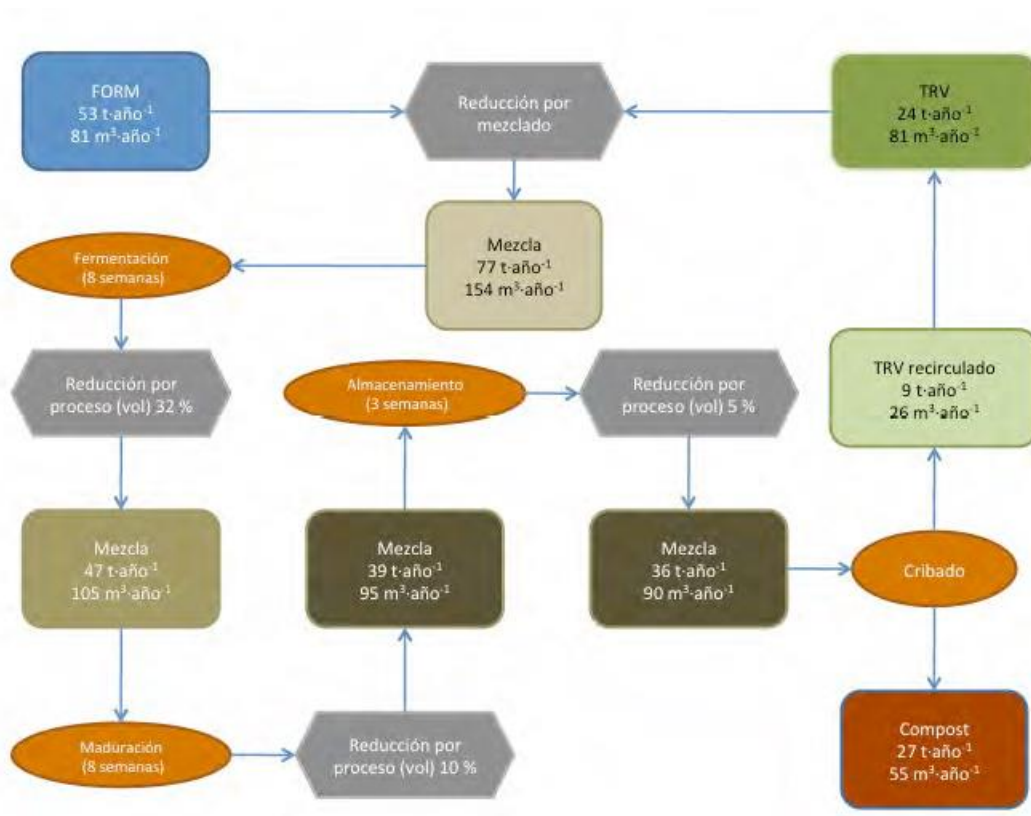


Figura 5: Balance de masas previsto para la planta, incluyendo los factores de reducción estimados por mezclado de materiales y por el proceso degradativo.

Maquinaria

Para el manejo de la planta será necesaria cierta maquinaria, como:

- Pala cargadora o tractor con pala: para manipular tanto los biorresiduos como el material estructurante, para la reconstitución de las pilas de compostaje en las diferentes fases, y para el transporte de los materiales a sus diferentes ubicaciones según la fase del proceso.
- Trituradora: Dado que el municipio de Usurbil cuenta con una trituradora para restos de poda y otros residuos vegetales, a la planta llegará ya el estructurante preparado, por lo que no será necesaria una trituradora propia.
- Volteadora: Para optimizar espacio en la planta y minimizar costes, se utilizará una volteadora INTEC VCH-10, que utiliza como combustible gasolina y aceite hidráulico ISO VG46. Esta volteadora se compartirá por las varias plantas de Usurbil.
- Remolque para el transporte de la volteadora
- Criba: Se utiliza en momentos puntuales, por lo que se compartirá por las plantas, que deberán coordinarse para su uso. Será un sistema móvil, que dependiendo de las necesidades en cuanto a granulometría del compost final y la frecuencia de la demanda,

puede ser sustituida fácilmente por equipos o elementos muy sencillos contruidos localmente.

- Motobomba: Para la recirculación de los lixiviados, dado que los depósitos de recogida de lixiviados se han ubicado a cota inferior.

Un aspecto importante es la necesidad de mantener las condiciones de higienización que se consiguen tras la fase de fermentación, por lo que la maquinaria en contacto con la fase de fermentación, no debe entrar en contacto con las mesetas ya higienizadas, o el compost ya terminado y a comercializar.

Otros espacios y necesidades

Para el control adecuado y la trazabilidad de los materiales es importante el pesaje de los materiales, por lo que los camiones, antes de transportar el biorresiduo a la planta, acudirán a la báscula ubicada en el punto limpio municipal, del polígono industrial Atallu.

Para las oficinas, aseos, vestuarios y naves donde guardar la maquinaria y herramientas, se emplearán las instalaciones del *baserri* ya existentes y la tejavana ya construida.

En cuanto al almacén de estructurante, la planta no puede contener todo el necesario durante todo el año, si no que hay que ir regulando su llegada desde la zona de acopio utilizada por el ayuntamiento de Usurbil. Además de este estructurante proveniente de poda y jardinería, en la planta se utilizará también el estiércol y restos de la actividad del *baserritarra*, concretamente proveniente de los establos de caballos y granja de pollos. Ambos estructurantes, en caso de acopiarse dentro de la planta, se almacenarán sobre la solera de hormigón y cubiertos por lonas o bajo tejavana.

Es necesario que haya toma de agua en la planta para cubrir necesidades de riego de las mesetas de maduración, aunque no es necesario que sea potable.

Formación de los operarios

Para alcanzar la máxima eficiencia de cualquier instalación de compostaje es fundamental no disponer sólo de un diseño, dimensionamiento y maquinaria adecuados, sino que además los encargados tengan un conocimiento tanto teórico como práctico del proceso de compostaje y de los aspectos relacionados.