

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 122**

51 Int. Cl.:

B01F 13/06	(2006.01)
B09B 3/00	(2006.01)
C02F 1/02	(2006.01)
C02F 11/12	(2009.01)
F26B 5/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2015 PCT/IB2015/054017**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15181769**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2015 E 15734449 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3148683**

54 Título: **Método para transformar residuos y sistema para llevar a cabo dicho método**

30 Prioridad:

29.05.2014 IT MI20140999

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.12.2020

73 Titular/es:

**THEMIS S.P.A. (100.0%)
Via Saverio Mercadante 3
20124 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**ROMANO', MICHELE y
ROMANO', MAURO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 798 122 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para transformar residuos y sistema para llevar a cabo dicho método

5 La presente invención se refiere a un método para concentrar y/o estabilizar y/o convertir residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica en un producto que es directamente reutilizable, por ejemplo, un fertilizante o una biomasa. La presente invención también se refiere a un sistema para implementar dicho método.

10 La eliminación de residuos, por ejemplo, lodos de plantas de tratamiento, que tienen una matriz orgánica y/o inorgánica, la fracción orgánica de residuos procedentes de cafeterías, restaurantes o supermercados, residuos de la producción agroalimentaria o ganadera, constituye un problema social/ambiental que resulta significativamente preocupante para la ciudadanía. Las empresas que invierten un capital considerable para la eliminación de residuos prestan una atención particular a este problema.

15 Ciertamente, las perspectivas no son las mejores para las empresas, debido a la mayor rigurosidad de las normativas que obligarán a todas ellas a aumentar los elementos de balance de la situación relacionados con los costes previstos para la gestión y eliminación de residuos. En la actualidad, existen diversos métodos para convertir los residuos y se encuentran en constante desarrollo con la finalidad de reducir constantemente los costes, el tiempo y, sobre todo, la emisión de contaminantes asociados con el proceso de eliminación de residuos.

20 De hecho, uno de los problemas más importantes asociados con la eliminación de residuos está relacionado con la emisión de contaminantes, especialmente contaminantes ambientales, así como los malos olores resultantes del tratamiento de residuos.

25 Por lo tanto, existe todavía una intensa necesidad de desarrollar un método que pueda mejorar la eliminación de residuos en términos de tiempo, costes y la contaminación producida. La presente invención resuelve los problemas técnicos expuestos anteriormente con un método que concentra, estabiliza y convierte residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica, de manera rápida, implica un bajo gasto de energía y sin la emisión de contaminantes. Por ejemplo, los residuos que tienen una matriz orgánica pueden concentrarse, estabilizarse y
30 convertirse en un material reutilizable, generalmente como biomasa o sustrato fertilizante, por ejemplo, como un remedio.

35 El documento US2010/132210 A1 divulga un método para secar materia orgánica, tal como residuos de cocina y de alimentos, que comprende: deshidratar una muestra en una cámara de mezcla al vacío, por ejemplo, a una presión reducida entre 100 y 2 mb, mientras se calienta con microondas a, por ejemplo, 80 °C; y condensar el vapor liberado.

40 En particular, el solicitante ha desarrollado un método que, al permitir la evaporación a baja temperatura (aproximadamente 65 °C) del agua contenida en los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica en condiciones de vacío elevadas y el tratamiento de esta última con una fuente de microondas, hace que sea posible obtener un producto final que es directamente reutilizable y que se caracteriza por un volumen notablemente reducido en comparación con el volumen inicial del material tratado, en un corto espacio de tiempo, requiriéndose poca energía y sin liberar contaminantes en el medio ambiente.

45 La presente invención también describe un sistema de planta para llevar a cabo este método y que comprende una fuente de calor de bajo coste en términos de consumo de energía; una cámara de reacción que recibe los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar y que comprende una camisa para calentar la cámara de reacción por medio de la fuente de calor, una fuente de microondas y un sistema para mezclar y/o triturar el material que se desea tratar; un sistema de vacío conectado a la cámara de reacción y que permite lograr condiciones de vacío elevadas dentro de la cámara de reacción; y un condensador de vapor.

50 El método de la presente invención concede, ventajosamente, una reducción en el volumen de la masa tratada de residuos de hasta el 90 % del volumen inicial. Al mismo tiempo, el método de la presente invención permite el aplacamiento de malos olores asociados, generalmente, con la eliminación de residuos.

55 Así mismo, el producto obtenido al final del método de la presente invención es directamente reutilizable. Por ejemplo, comenzando con un material orgánico, es posible obtener un producto que pueda mejorar el suelo, en términos de calidad, y el rendimiento del cultivo, en términos de cantidad, y, por lo tanto, utilizable como fertilizante.

60 De manera alternativa, el producto obtenido al final del método puede utilizarse como biomasa para suministrarse directamente a sistemas de combustión.

65 Por lo tanto, además de ser compacto y de volumen reducido, el producto obtenido al final del método de la presente invención es inodoro, estable y tiene un contenido de humedad relativa que puede calibrarse de acuerdo con los requisitos de uso.

Se deduce que la aplicación del método de la presente invención no provoca contaminación ambiental. De hecho, no

produce residuos residuales, aguas residuales o la emisión de gases/vapores. Exclusivamente, produce vapor acuoso que se condensa y trata o recicla antes de su eliminación realizada por medio de un sistema de bajo impacto energético.

5 Por último, otras ventajas significativas del método de la presente invención se refieren al hecho de que la conversión del material se lleva a cabo en el lapso de unas pocas horas (aproximadamente 2-3 horas) y el sistema de la planta de conversión requiere bajos costes en relación con la producción, la gestión y el mantenimiento.

10 Las características y ventajas del método y del sistema de planta que constituyen el objeto de la presente invención se mostrarán más claramente a partir de la descripción detallada y de los ejemplos de realizaciones proporcionados a continuación también con la ayuda del dibujo adjunto.

- La figura 1 es un diagrama simplificado de la planta que constituye el objeto de la presente invención.

15 El método de la presente invención para concentrar, estabilizar y convertir residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica y un grado de sequedad de hasta un 50 %, comprende:

- (i) una etapa de deshidratación, estabilización y conversión de los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica, realizándose dicha etapa en una cámara de reacción en condiciones de vacío elevadas, donde dichos residuos y/o dichos productos que tienen una matriz orgánica se mezclan y se trituran al mismo tiempo en una mezcladora que comprende cuchillas motorizadas ubicadas sobre el revestimiento de la cámara de reacción, se calientan de manera uniforme a una temperatura de 60-70 °C y se someten a un tratamiento con microondas utilizando microondas de 2-4 kW, reduciendo así el volumen de los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica en un 50-90 % en comparación con el volumen original, durando dicha etapa un máximo de 2-3 horas; y
- 20 25 (ii) una etapa de condensación del vapor que se libera durante la etapa (i).

En el contexto de la presente invención, el término residuos se entiende como materiales de desecho de origen orgánico e inorgánico. Por ejemplo, los residuos que pueden tratarse utilizando el método de la presente invención comprenden: la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y extraurbanos, los residuos de la producción agroalimentaria o ganadera, los residuos del procesamiento de carne o pescado, biodigeridos anaerobios, grasas animales y productos relacionados, lodos orgánicos e inorgánicos procedentes de plantas de tratamiento, lodos industriales o, en general, matrices que contienen un contenido significativo de agua. Los residuos son preferentemente residuos triturados.

En el contexto de la presente invención, el término concentración de residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica se entiende como la reducción del volumen de estos, que, preferentemente, tiene lugar por medio de la deshidratación a baja temperatura de tales residuos y/o productos. En particular, en este contexto, los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica se deshidratan evaporando el agua contenida en estos a una temperatura que oscila entre los 60 y 70 °C, preferentemente, a aproximadamente 65 °C. De hecho, la evaporación del agua a baja temperatura se puede lograr gracias a que la cámara de reacción funciona en condiciones de vacío elevadas.

En el contexto de la presente invención, la conversión de residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica se entiende como la totalidad del conjunto de conversiones físicas, químicas y biológicas a las que se someten los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica tratados basándose en el tratamiento y/o la posible adición de aditivos y/o estructurantes de proceso. Por ejemplo, estas conversiones consisten en: la reducción de la fermentabilidad de la materia orgánica (es decir, la reducción de la capacidad de fermentación de la materia orgánica espontánea), el aumento en el valor calorífico reducido de la materia tratada concentrada, la reducción del recuento bacteriano y/o de los patógenos, la descomposición de las macromoléculas y/o cadenas orgánicas en moléculas de menor tamaño como consecuencia de, por ejemplo, el tratamiento químico (aditivos/estructurantes), el tratamiento físico (temperatura de 60-70 °C) o el tratamiento mecánico (trituration y/o estructurantes).

En el contexto de la presente invención, la estabilización de los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica se entiende, esencialmente, como el proceso de aplacamiento microbiano en tales residuos y/o productos.

La etapa (i) se lleva a cabo en una cámara de reacción mantenida en condiciones de vacío elevadas. Preferentemente, el vacío se realiza utilizando una bomba, preferentemente una bomba de anillo líquido, o un sistema de compresión, un sistema Venturi o una conexión directa a un posible conducto de vacío preexistente. Preferentemente, antes de realizarse las condiciones de vacío elevadas dentro de la cámara de reacción, la cámara de reacción se calienta (es decir, se lleva a una temperatura de 60-70 °C) por medio de un fluido de trabajo, preferentemente utilizando una fuente de calor externa de bajo coste en términos de consumo de energía. En particular, la fuente de calor externa puede consistir en un generador de calor para generar calor *ex novo* o la fuente de calor comprende un resto de entalpía, es decir, la fuente de calor comprende calor recuperado, por ejemplo, a partir del calor residual constituido mediante el enfriamiento de agua a aproximadamente 60-90 °C, preferentemente a aproximadamente 90 °C, del vapor restante, del agua caliente de los motores de enfriamiento, del retorno de condensado de los conductos de vapor, por ejemplo,

vapor residual, aceite o humos diatérmicos de procesos de combustión/motores endotérmicos/sistemas de cogeneración.

La fuente de calor se hace circular por dentro de una camisa que encierra total o parcialmente la cámara de reacción.

Como consecuencia del calor producido por la fuente de calor dentro de la cámara de reacción, se logran las condiciones de temperatura, que varían de 60 a 70 °C, y son suficientes para permitir la evaporación del agua contenida en la masa de material que se desea tratar. De hecho, en condiciones de vacío elevadas, el punto de ebullición se reduce a aproximadamente 60-65 °C y, por lo tanto, también se pueden utilizar fuentes de calor menos "nobles", que, sin el vacío, no podrían utilizarse como fuente de energía.

En cualquier caso, si fuese necesario generar el calor *ex novo* porque, por ejemplo, los restos de entalpía no estuviesen disponibles, los niveles de consumo de energía serían limitados en cualquier caso dado que las temperaturas de la fuente de calor requeridas en estas condiciones de funcionamiento son inferiores (60-70 °C, no 100 °C) y, además, el mayor delta de calor aumentaría y aceleraría la transferencia de calor.

Así mismo, dado que la cámara de reacción está en condiciones de vacío y, por lo tanto, no se comunica con la atmósfera, no existen emisiones que generen malos olores durante el tratamiento de residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica.

Por último, la reducción de las temperaturas de funcionamiento también minimiza los fenómenos de corrosión que afectan a la planta, permitiendo así aumentar la vida útil media de la planta y reducir el mantenimiento.

Durante la etapa (i) del método de la presente invención, es posible agregar aditivos y/o agentes estructurantes a los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica dentro de la cámara de reacción. Los aditivos y/o agentes estructurantes se agregan preferentemente antes de comenzar la etapa (i), es decir, se agregan cantidades adecuadas de un aditivo y/o agente reestructurante a la masa de residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar. Por lo tanto, la masa que se desea tratar, que también contiene aditivos y/o agentes estructurantes, es dirigida hacia el interior de la cámara de reacción. Los aditivos y/o agentes estructurantes pueden posiblemente agregarse directamente al interior de la cámara de reacción que contiene el material que se desea tratar. La cámara se lleva a una temperatura que oscila entre los 60 y 70 °C, preferentemente aproximadamente 65 °C, utilizando el calor producido por la fuente de calor. Una vez que se ha alcanzado la temperatura deseada, se crean las condiciones de vacío elevadas dentro de la cámara de reacción.

El propósito de los aditivos y/o agentes estructurantes es facilitar la consecución de un producto estable e inodoro mediante la reducción del recuento de bacterias y los patógenos y, así, crear un producto con características adecuadas para su reutilización.

La selección y la cantidad de aditivos/agentes estructurantes están estrictamente correlacionadas con los materiales que se desean tratar y/o el producto final que se desea obtener.

Por ejemplo, en el caso de residuos que tienen una matriz orgánica, el aditivo agregado se basa en sustancias naturales y se selecciona cada vez en función de la matriz orgánica que ingresa a la cámara de reacción y de acuerdo con el producto de postratamiento deseado.

El agente espesante se selecciona preferentemente de entre: madera, arena, cenizas y estructurantes en general.

Durante la etapa (i), el material que se desea tratar se mezcla, preferentemente por medio de una unidad mezcladora equipada con un termostato, más preferentemente una mezcladora horizontal con camisa.

La mezcla se lleva a cabo, preferentemente, a una velocidad variable, dependiendo del tipo de material que se desee tratar. Por ejemplo, para residuos orgánicos, esta varía entre 10 y 500 revoluciones por minuto, preferentemente, entre 10 y 100 revoluciones por minuto y, más preferentemente, entre 10 y 60 revoluciones por minuto.

La mezcladora comprende, preferentemente, medios para triturar el material que se desea tratar, por ejemplo, cuchillas motorizadas que están ubicadas, preferentemente, en el revestimiento de la cámara de reacción, y estos medios permiten que el material que se desea tratar se mezcle y se triture al mismo tiempo. El material que se desea tratar posiblemente puede llegar a la cámara de reacción para su tratamiento ya triturado o puede que no sea necesario tritarlo, como en el caso de algunos lodos, por ejemplo.

Durante la etapa (i), el material que se desea tratar se lleva a la temperatura de la cámara de reacción, es decir, a aproximadamente 60-70 °C, preferentemente, a aproximadamente 65 °C. Como se especificó anteriormente, el calentamiento tiene lugar gracias a una fuente de calor que calienta la cámara de reacción que, preferentemente, atraviesa una camisa que encierra la cámara. Este proceso de calentamiento permite la evaporación del agua contenida en los residuos y/o productos de matriz orgánica que se desean tratar. El proceso de calentamiento también se ve facilitado por el tratamiento con microondas de la masa. El tratamiento con microondas, posiblemente junto con

los aditivos, también permite la reducción de los microorganismos presentes en el material que se desea tratar y, como resultado, reduce la emisión de malos olores.

El funcionamiento del sistema de microondas es, preferentemente, del tipo discontinuo.

Las microondas utilizadas son, preferentemente, de 2-4 kW, preferentemente, de aproximadamente 3 kW.

La etapa (i) representa la etapa esencial del método de tratamiento. De hecho, al final de la etapa (i), se recupera un producto terminado y se puede reutilizar inmediatamente sin un procesamiento posterior. El tipo de reutilización depende, en gran medida, del material inicial que se somete a tratamiento. Por ejemplo, en el caso de residuos orgánicos, el producto terminado se puede utilizar directamente como fertilizante.

En cualquier caso, al final de la etapa (i), los productos de matriz orgánica/inorgánica están deshidratados, estabilizados y convertidos y el volumen de estos se reduce en aproximadamente el 50-90 % en comparación con el volumen original. Por lo tanto, incluso en el caso de que no se pueda reutilizar directamente, se obtiene una cantidad de residuos para su eliminación que se reduce en un 50-90 % en comparación con el volumen original. Esto conlleva una enorme ventaja, económicamente hablando, para las empresas, ya que tienen que eliminar un volumen de residuos notablemente menor, en el posible caso de un producto terminado que no se pueda reutilizar directamente.

La duración del método de la presente invención y, particularmente, la duración de la etapa (i), depende de las dimensiones de la planta y de la fuente de calor utilizada. En cualquier caso, la etapa (i) dura un máximo de 2-3 horas.

Como se expuso anteriormente, durante la etapa (i), el agua contenida en el material que se somete a tratamiento se evapora. En general, el vapor procedente de la cámara de reacción no se libera a la atmósfera, sino que es dirigido hacia el interior de un condensador, posiblemente después de la filtración, y donde se condensa y se devuelve en forma líquida.

El tratamiento de los vapores implica costes inferiores, por lo que, desde este punto de vista, el método de la presente invención resulta muy ventajoso. Así mismo, el método de la presente invención no comprende la emisión de vapor a la atmósfera y, por lo tanto, el impacto sobre el medio ambiente es menor.

Los líquidos (prácticamente agua) obtenidos en la etapa de condensación pueden reutilizarse, por ejemplo, reciclados, o pueden ser reutilizados después del tratamiento. Puesto que el líquido de condensación está sustancialmente libre de sólidos y sales en suspensión (ya que se origina en una etapa de evaporación), cualquier postratamiento demuestra ser gestionado muy fácilmente utilizando técnicas bien establecidas de la técnica anterior.

El líquido obtenido puede reutilizarse, por ejemplo, en procesos domésticos del lugar de producción, tal como el lavado de superficies, el lavado de vehículos, en una torre de reabastecimiento y/o como agua de refrigeración, sujeta a un posible tratamiento, incluyendo, por ejemplo, el paso a través de una columna de carbón activo y/o filtración por membrana o cavitación.

El proceso de condensación puede llevarse a cabo utilizando agua de una torre de refrigeración por evaporación y/o agua de un circuito de enfriamiento, es decir, los circuitos de agua de refrigeración (torre y/o circuito de enfriamiento de agua) que pueden estar conectados al sistema de planta de la presente invención, simplificando así la instalación y reduciendo los costes de inversión y gestión.

Todas las funcionalidades del método de la presente invención están establecidas y reguladas en tiempo real por medio de un tipo de software predictivo específico.

Dicho de otra manera, utilizando este software, es posible configurar y realizar un seguimiento en tiempo real todas las operaciones y los parámetros del proceso, que se puede visualizar gráficamente y almacenar en un archivo.

Por lo tanto, el método de la presente invención también es ventajoso porque puede realizarse un seguimiento en tiempo real y los parámetros de tratamiento de este pueden modificarse en función del curso del tratamiento con el fin de optimizarlo y lograr un rendimiento lo más eficiente posible.

También se describe una planta para realizar el método descrito anteriormente en el presente documento, comprendiendo dicha planta:

- una fuente de calor de bajo coste (1) en términos de consumo de energía;
- una cámara de reacción (2) adecuada para recibir residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar y provista de una camisa (3) que permite la circulación de la fuente de calor en ella, comprendiendo dicha cámara de reacción además una fuente de microondas (4) y un sistema para mezclar y/o triturar (5, 6) los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar;
- un sistema de vacío (7) conectado a la cámara de reacción que permite lograr condiciones de vacío elevadas dentro de la cámara de reacción; y

- un condensador de vapor (8).

La etapa (i) del método tiene lugar dentro de la cámara de reacción (2).

5 Los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar son dirigidos hacia el interior de la cámara de reacción (2) a través de una tolva (9). Se pueden agregar aditivos (10) y/o agentes estructurantes (11) a los residuos y/o productos de acuerdo con la naturaleza del material que se desee tratar.

10 La fuente de calor (1) es preferentemente externa a la cámara de reacción (2) y puede comprender un generador de calor para generar calor *ex novo*. En las realizaciones más ventajosas de la invención, la fuente de calor comprende un resto de entalpía, es decir, la fuente de calor comprende calor recuperado. El calor recuperado es preferentemente calor residual que comprende agua de enfriamiento a aproximadamente 90 °C, del vapor restante, del agua caliente de los motores de enfriamiento, del retorno de condensado de los conductos de vapor, por ejemplo, vapor residual, aceite o humos diatérmicos de procesos de combustión/motores endotérmicos/sistemas de cogeneración. La fuente de calor (1) se hace circular por dentro de la camisa (3) que encierra total o parcialmente la cámara de reacción y, de esta manera, la temperatura de la cámara de reacción (2) se lleva a 60-70 °C, preferentemente a aproximadamente 65 °C, con el calor producido por la fuente de calor.

20 La temperatura también se mantiene gracias al sistema de microondas (4), que también tiene la finalidad de reducir el recuento microbiano de los residuos que se desean tratar, es decir, la finalidad de estabilizarlo. Una vez que se ha alcanzado la temperatura dentro de la cámara de reacción, las condiciones de vacío elevadas se crean por medio del sistema de vacío (7).

25 Preferentemente, el sistema de vacío (7) consiste en una bomba, preferentemente una bomba de anillo líquido, un sistema de compresión, un sistema Venturi o una conexión directa a un posible conducto de vacío preexistente.

30 El material que está siendo tratado en la cámara de reacción se mezcla por medio de un sistema de mezcla que comprende una serie de mezcladoras (5) equipadas con cuchillas (6), preferentemente motorizadas, de modo que los residuos se puedan mezclar y triturar al mismo tiempo.

35 Gracias a la combinación de condiciones de vacío elevadas, las microondas y la temperatura de aproximadamente 60-70 °C, durante la etapa (i), el agua presente en el interior del material que está siendo tratado se evapora, las microondas y la temperatura estabilizan el material, reduciendo el recuento microbiano de este, y la temperatura, posiblemente también los aditivos y/o agentes estructurantes, lo convierte.

Al final del proceso, se recoge un producto terminado que está deshidratado, estabilizado, convertido y que puede ser reutilizado.

40 El vapor que se genera en la cámara de reacción en condiciones de vacío durante la etapa (i) del método de la presente invención es dirigido, posiblemente a través de un filtro (12), hacia el interior del condensador (8), que permite convertir el vapor en líquido, que es, a su vez, recogido en un tanque (13) listo para ser tratado o reciclado, por ejemplo, en la propia planta.

45 Para los propósitos de validación adicional del método de la presente invención, se llevaron a cabo ensayos en:

- lodos de origen biológico, con un grado de sequedad de aproximadamente 2 %
- lodos de origen biológico, con un grado de sequedad de aproximadamente 20 %
- lodos de origen biológico, con un grado de sequedad de aproximadamente 25 - 30 %
- lodos de origen químico, con un grado de sequedad de aproximadamente 50 %
- 50 • lodos de origen inorgánico (lodos de fluorita), con un grado de sequedad de aproximadamente 50 %.

El grado de sequedad se entiende como el porcentaje de sólidos totales contenidos en el lodo, siendo los sólidos de origen orgánico o inorgánico.

55 Estos ensayos se realizaron específicamente en matrices muy "líquidas" (2 % de sequedad), matrices parcialmente pretratadas (20 - 30 % de sequedad) y matrices intensamente pretratadas por medios mecánicos (50 % de sequedad), con el propósito de verificar los aspectos funcionales y relacionados con el rendimiento de la tecnología en las diversas condiciones.

60 En particular, evaluar los niveles de rendimiento alcanzables demostró ser de interés, empezando por matrices con un grado de sequedad igual o superior al 30 %, en las que:

- el agua residual en la matriz se encuentra principalmente en forma "ligada" y no como "agua superficial libre" y, por lo tanto, es más difícil de eliminar utilizando tecnología convencional;
- 65 • la matriz ya se encuentra en forma agregada y sustancialmente semisólida, por lo tanto, con la necesidad de un sistema de mezcla y molienda particularmente fiable y mecánicamente resistente.

La evaluación de los niveles de rendimiento se llevó a cabo:

- en relación con los aspectos funcionales, con referencia particular a la efectividad del sistema de mezcla;
- en relación con los aspectos relacionados con el rendimiento, es decir, con la capacidad de producción del sistema a lo largo del tiempo, las características del producto final (lodo seco) y la calidad del vapor condensado.

La tecnología demostró ser capaz de tratar eficazmente matrices con un bajo contenido de materia seca y matrices con diversos grados de sequedad de hasta 50 %, como se explicó anteriormente en el presente documento.

En particular, la capacidad de producción (litros de agua evaporada/unidad de tiempo) demostró ser constante durante la etapa de eliminación del agua "libre" (aproximadamente hasta un grado de sequedad de 50 %) y durante la etapa de eliminación del agua en forma ligada (grado de sequedad aproximadamente superior a 50 %).

Por las razones expuestas anteriormente en el presente documento, el rendimiento (litros de agua evaporada/hora) obviamente disminuyó con grados de sequedad > 50 %. No obstante:

- la disminución del rendimiento se mantuvo dentro de límites de interés (20 - 30 %)
- aunque se redujo cuando el grado de sequedad fue > 50 %, la capacidad de producción se mostró estable incluso con grados de sequedad extremadamente elevados, más allá de los cuales la presencia de agua "residual" en el lodo era prácticamente igual a cero y la capacidad de producción se "desplomó" inevitablemente.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se analizaron varias matrices (orgánicas, químicas y biológicas) cuyo contenido de materia seca variaba.

En condiciones similares de sequedad, la tecnología reveló niveles de rendimiento idénticos, un resultado particularmente tranquilizador también en términos de una posible ampliación del sistema a nivel industrial.

Durante el proceso de secado de las matrices principales, existe una etapa denominada etapa "plástica" (grado de sequedad de aproximadamente 60 %). En esta etapa, la matriz adquiere una consistencia semiplástica, lo que da como resultado problemas considerables en la mezcla y el intercambio de calor.

También en este caso, la geometría particular del sistema de mezcla (mezcladora principal asociada con las mezcladoras de "cuchilla" laterales) evitó la aglomeración, haciendo posible mantener inalterada la capacidad de producción del sistema.

El sistema de mezcla ofreció resultados interesantes también en términos de niveles de consumo de energía (eléctrica): con la excepción del tiempo de procesamiento de la denominada etapa "plástica", durante la cual el sistema de mezcla absorbe toda la potencia instalada con la finalidad de mantener los niveles de rendimiento, el consumo de electricidad fue casi insignificante con respecto a la potencia eléctrica instalada.

En lo referente a las características del lodo seco, se alcanzaron grados de sequedad superiores a 95 %, sin problemas de ningún tipo, en comparación con los grados de sequedad de 80 % - 85 % que pueden alcanzar los sistemas convencionales de "baja temperatura". El valor calorífico del residuo seco obtenido también es interesante, al igual que lo es la distribución del tamaño de partícula, lo que permite una combustión gestionable de este en plantas de hormigón.

Más allá del nivel de 95 %, la capacidad de producción del sistema cayó significativamente, como consecuencia de la "ausencia" sustancial de agua residual en la matriz ya secada en un grado muy elevado.

La calidad del agua procedente de la condensación del vapor representa otro elemento destacado. El contenido de contaminantes residuales fue contundentemente limitado, particularmente con referencia a los componentes de nitrógeno, que constituyen un problema para cualquier sistema de tratamiento. El bajo contenido de contaminantes residuales indudablemente permite la recirculación de estos a la planta de tratamiento que dio origen al lodo y donde serán tratados antes de su liberación al medio ambiente.

En conjunto, los ensayos piloto confirmaron todas las hipótesis del proyecto:

- la posibilidad de utilizar restos de entalpía a bajas temperaturas;
- la constancia de rendimiento y la capacidad de repetición del sistema, siendo el grado de sequedad igual en diferentes matrices, incluso en las etapas de transición en el estado "plástico" de las matrices;
- la fiabilidad y la eficiencia del sistema de mezcla, incluso en las condiciones más críticas (estado "plástico" de la matriz);
- la alta calidad (el grado de sequedad, el valor calorífico y la distribución del tamaño de partícula uniforme) del producto seco;
- la presencia insignificante de contaminantes (particularmente con referencia a las formas nitrogenadas), en el agua

procedente de la condensación del vapor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para concentrar, estabilizar y convertir residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica y un grado de sequedad de hasta un 50 %, que comprende:
 - 10 (i) una etapa de deshidratación, estabilización y conversión de los residuos y/o productos que tienen una matriz orgánica/inorgánica, realizándose dicha etapa en una cámara de reacción en condiciones de vacío elevadas, donde dichos residuos y/o dichos productos que tienen una matriz orgánica se mezclan y se trituran al mismo tiempo en una mezcladora que comprende cuchillas motorizadas ubicadas sobre el revestimiento de la cámara de reacción, se calientan de manera uniforme a una temperatura de 60-70 °C y se someten a un tratamiento con microondas utilizando microondas de 2-4 kW, reduciendo así el volumen de los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica en un 50-90 % en comparación con el volumen original, durando dicha etapa un máximo de 2-3 horas; y
 - 15 (ii) una etapa de condensación del vapor que se libera durante la etapa (i).
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los residuos comprenden materiales de desecho de origen orgánico y/u origen inorgánico; los residuos se seleccionan, preferentemente, de entre: la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y extraurbanos, los residuos de la producción agroalimentaria o ganadera, los residuos del procesamiento de carne o pescado, biodigeridos anaerobios, grasas animales y productos relacionados, lodos orgánicos e inorgánicos procedentes de plantas de tratamiento, lodos industriales y, en general, matrices que contienen un contenido significativo de agua.
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde dicha cámara de reacción se lleva a una temperatura de 60-70 °C utilizando una fuente de calor que tiene un bajo gasto de energía.
- 30 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde dicha fuente de calor comprende un generador de calor o un resto de entalpía, preferentemente de calor recuperado, preferentemente calor recuperado de enfriar agua a aproximadamente 60-90 °C, del vapor restante, del agua caliente de los motores de enfriamiento, del retorno de condensado de los conductos de vapor, por ejemplo, vapor residual, aceite o humos diatérmicos de procesos de combustión/motores endotérmicos/sistemas de cogeneración.
- 35 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde dicha fuente de calor se hace circular por una camisa que encierra total o parcialmente la cámara de reacción.
- 40 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el tratamiento de microondas es del tipo discontinuo.
- 45 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la etapa (i) comprende, además, agregar aditivos y/o agentes estructurantes a los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica que se desean tratar.
- 50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el agente estructurante se selecciona de entre: madera, arena, cenizas y estructurantes en general.
- 55 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde dicho vapor se filtra antes de condensarse.
- 60 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde la deshidratación de acuerdo con la etapa (i) comprende una reducción de hasta el 90 % del volumen inicial de los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica tratados.
- 65 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde la conversión de acuerdo con la etapa (i) comprende una reducción de la fermentabilidad de la materia orgánica, un aumento en el valor calorífico reducido de la materia tratada concentrada, y una descomposición de las macromoléculas y/o cadenas orgánicas de los residuos y/o productos de matriz orgánica tratados en moléculas de menor tamaño.
12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde la estabilización de acuerdo con la etapa (i) comprende una reducción del recuento microbiano de los residuos y/o productos de matriz orgánica/inorgánica tratados.
13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en donde el vacío elevado en la cámara de reacción se realiza por medio de una bomba, preferentemente una bomba de anillo líquido, un sistema de compresión, un sistema Venturi o una conexión directa a un posible conducto de vacío preexistente.
14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en donde dicho vapor condensado se recoge y, preferentemente, se recicla.

Fig.1

