



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11) Número de publicación: **2 359 222**

51) Int. Cl.:  
**C02F 1/36** (2006.01)  
**C02F 11/12** (2006.01)  
**C02F 3/34** (2006.01)  
**C02F 3/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96) Número de solicitud europea: **99250308 .6**  
96) Fecha de presentación : **03.09.1999**  
97) Número de publicación de la solicitud: **0983968**  
97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2000**

54) Título: **Procedimiento para el tratamiento de residuos biológicos.**

30) Prioridad: **04.09.1998 DE 198 42 005**

45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.05.2011**

45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.05.2011**

73) Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V.**  
**Hansastraße 27C**  
**80686 München, DE**  
**DR. HIELSCHER GmbH y**  
**IWE- Ingenieurgesellschaft für Wasser und Entsorgung mbH**

72) Inventor/es: **Friedrich, Hannelore;**  
**Gerlach, Udo;**  
**Friedrich, Eberhard;**  
**Jobst, Karin;**  
**Potthoff, Annegret y**  
**Hielscher, Harald**

74) Agente: **Tomás Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 359 222 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

Procedimiento para el tratamiento de residuos biológicos.

5 La invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento de residuos biológicos que contienen microorganismos vivos, según los conceptos genéricos de la reivindicación 1.

Ya son conocidos una multitud de procedimientos y dispositivos para el tratamiento de residuos biológicos como lodos residuales con el objetivo de reducir la acumulación y los costes para su eliminación.

10 El desmenuzamiento mecánico o la desintegración de lodos residuales mediante ultrasonido para la mejora de los procesos de degradación biológica en el tratamiento de aguas residuales y de lodos a consecuencia de la destrucción del material orgánico y de la desintegración de los microorganismos existentes en los lodos es contemporáneamente una de las posibilidades examinadas.

15 En la patente DE 195 17 381 C1 se propone un dispositivo para la destrucción de estructuras celulares en suspensiones de microorganismos, particularmente en lodos de instalaciones depuradoras biológicas, por aplicación de ultrasonido. Se describe un reactor, mediante el cual es guiado el fluido a tratar. En el reactor deben ser arrancados los aglomerados de biomasa que se hallan en los lodos, por lo cual los microbios que se hallan próximos al emisor ultrasónico en forma de barra deben ser desintegrados, e.d. mecánicamente destruidos, los microbios que se hallan más distanciados por lo contrario deben ser estimulados para el crecimiento. El proceso puede ser repetido varias veces para seguir reduciendo la proporción de biomasa en los lodos y por lo tanto la cantidad de lodos que ha de ser eliminada de manera convencional y cara.

20 En la patente EP 0 808 803 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para la desintegración continua de lodos activados en una planta de tratamiento de aguas o depuradora de aguas residuales, en el cual son biodegradadas las bacterias de los lodos activados y los lodos producidos a partir de esto son sometidos al ultrasonido en un recipiente de tratamiento, para disociar las paredes celulares de los microorganismos. El procedimiento se basa en el conocimiento de que una destrucción eficaz de las paredes celulares del material orgánico en los lodos activados tiene lugar, cuando se activa en aumento el tratamiento por ultrasonido contra la tendencia de sedimentación de los lodos residuales en el recipiente. La fuente ultrasónica, un resonador ultrasónico en forma de barra, debe ser dispuesto de manera que los lodos residuales rodeen la misma y produzcan una cavitación y la energía emitida se refleje por la pared del recipiente. La potencia de sonorización es indicada con 500...1500 W limitada para la duración de un tiempo de sonorización determinado. Están previstos 10...20 ciclos de sonorización con respectivamente 2...4 minutos de tiempo de sonorización. El ultrasonido se produce en "paquetes de sonido" rectangulares en el margen de 20...25 kHz. Las ondas sonoras comienzan con plena potencia, son irradiadas para el tiempo determinado aproximadamente continuo y luego son suprimidas para una pausa breve. Los lodos son quitados continuamente del depósito, pasados por el dispositivo de sonorización y suministrados de nuevo al depósito.

40 En la patente DE 42 05 739 A1 se describe un procedimiento para la destrucción de la estructura celular de suspensiones de microorganismos por la acción de los ultrasonidos sobre la suspensión, en el cual las estructuras celulares son destruidas de manera que queden en gran parte solamente las envolturas celulares vacías como materias sedimentables, mientras que la mayor parte se transforma en soluciones coloidales degradables de manera microbiológica.

45 En todos los procedimientos conocidos que proponen el ultrasonido para el tratamiento de residuos biológicos, la destrucción de las células vivas se convierte en la base del tratamiento, en el cual la destrucción ni es controlada con suficiente precisión ni es reproducible en los parámetros.

50 De la patente JP 10155477 A son conocidos además un procedimiento y un dispositivo para la degradación de contaminantes en soluciones por microorganismos bajo aplicación de ondas ultrasonoras débiles. En este caso, la solución contaminada se sonoriza en total con ondas ultrasonoras débiles con una intensidad de  $\leq 1$  vatios/cm<sup>2</sup>. Mediante la sonorización los microorganismos son estimulados ligeramente y ayudan a la degradación de los contaminantes.

55 En el procedimiento propuesto se prevé un aporte de potencia ultrasónica para la cantidad total a tratar, con el cual no puede ser garantizada la desintegración mecánica de células considerada necesaria. El aporte de potencia resulta de poco rendimiento energético, pero con demasiado gasto de energía.

60 La patente US A 4,200,524 describe un procedimiento y un dispositivo para separar partes de lodo y microorganismos de superficies biológicas utilizadas como estimulador del crecimiento, por ejemplo de carbón activado.

Para el recobro del carbón activado se actúa mecánicamente sobre el enlace de los microorganismos con la superficie biológica en un llamado "sluffing device" (bomba, centrífuga o ultrasonido), para separar los mismos.

65 Se trabaja con el pleno caudal y no se ocasiona una acción mecánica directa intencionada sobre los microorganismos.

## ES 2 359 222 T3

En la patente EP 0 808 803 A1 se describe un procedimiento para la desintegración continua de lodos activados en una planta de tratamiento de aguas o depuradora de aguas residuales, en el cual los lodos activados son degradados biológicamente de las bacterias y los lodos producidos a partir de esto son sometidos al ultrasonido en un recipiente de tratamiento, para disociar las paredes celulares de los microorganismos.

5

Las paredes celulares de las células contenidas en la biomasa son al mismo tiempo destruidas mediante desintegración en pleno caudal.

Es la tarea de la invención desarrollar un procedimiento genérico, con el cual se evitan las desventajas del estado de la técnica y con el cual se garantiza un tratamiento de residuos biológicos eficiente y reproducible para la reducción de residuos secos orgánicos y un rendimiento eventualmente aumentado de biogas, con un gasto en equipamiento y coste energético reducido respecto a las propuestas conocidas.

La solución de esta tarea resulta de las características de la reivindicación 1. Luego es separada una cantidad parcial definida de los residuos biológicos a tratar. La cantidad parcial separada es sometida a una potencia ultrasónica definida con una alta intensidad exactamente definida y densidad de energía y a una amplitud mantenida constante por regulación posterior en función del tipo de células a tratar. Sorprendentemente se ha demostrado que esta cantidad parcial tratada estimula claramente, es decir activa o cataliza biológicamente, la parte no tratada en su metabolismo. Se demuestra que esta activación se encuentra en coherencia directa con la amplitud del ultrasonido y es ajustable. La cantidad parcial con las células activadas parcialmente de manera biológica es reintroducida en la cantidad restante no sonorizada, por lo cual se provoca una actividad biológica aumentada en las células de la cantidad total.

El procedimiento según la invención es aplicable en un amplio espectro para el tratamiento de residuos biológicos. La condición es la existencia de células vivas (microorganismos) en la sustancia a tratar. La aplicación se refiere por lo tanto a lodos activados, lodos en exceso, lodos digeridos o similares en instalaciones de aguas residuales. La invención sin embargo puede ser utilizada también para el tratamiento de residuos convertibles en compost y estiércol líquido.

Por el aporte de potencia ultrasónica definido, reproducible con precisión y adaptado a la sustancia a tratar, con una alta intensidad y densidad de energía exactamente definida en una cantidad parcial definida, que se efectúa con una amplitud mantenida constante y regulable, se provoca una activación acelerada de las células y por ello del proceso total de la estabilización del proceso biológico. Las condiciones físicas constantes logradas, entre otras cosas la aceleración definida del líquido, son la condición de las actividades biológicas eficientes, como por ejemplo el estímulo del metabolismo de las células, que son asistidas además por la acción uniforme lograda por el volumen y el arremolinamiento por la presión sonora. El aporte óptimo de ultrasonidos ocurre con las células de flujo conocidas que garantizan un suministro definido del líquido al sonotrodo.

La desintegración o el estímulo de las células en la cantidad parcial provoca actividades aumentadas de las enzimas liberadas sobre las células no tratadas en la cantidad total después de la reunificación. La cantidad parcial de los residuos biológicos es llevada a un estado estimulado por el aporte energético, estado que durante la reunificación da lugar a una reacción en cadena en la cantidad total que es activada biológicamente igualmente por un metabolismo aumentado. Por la sonorización de una cantidad parcial definida y su retorno a la cantidad no sonorizada se logra sorprendentemente una eficiencia más grande que en una sonorización de la cantidad total. Con un mínimo en desintegración celular o estímulo de células se logra un máximo en eficacia enzimática en el sistema global. Con temperaturas aumentadas de preferiblemente 30°C a 40°C esta actividad puede ser aumentada aún.

Las células desintegradas solamente en 3 a 15% en la cantidad total o estimuladas biológicamente, las paredes celulares son "perforadas" y no completamente destruidas, permanecen en estado de pleno funcionamiento. La concentración más alta lograda por la sonorización con ultrasonido de las enzimas liberadas en el líquido circundante y la desintegración enzimática resultante de esto da lugar a una actividad biológica más elevada de las células del sistema general. La actividad enzimática es ajustable según la invención y es medida técnicamente y luego regulada.

El dispositivo según la invención es caracterizado por el hecho de que según el tipo de residuos biológicos, la amplitud del sonotrodo en el margen de 5  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$  es dimensionada de tal manera que la amplitud del sonotrodo y por ello el aporte energético por unidad de superficie está adaptado óptimamente al residuo a tratar, por lo cual es medida la amplitud del sonotrodo y regulada constantemente con todas las condiciones de carga. Las amplitudes y las densidades de potencia sonora logradas son por ello evidentemente más grandes que en los procedimientos conocidos, lo cual da lugar a una reducción de los gastos en energía con respecto al procedimiento conocido.

Se logran las ventajas siguientes:

- aceleración de la degradación de la sustancia orgánica tanto en procesos de degradación anaeróbicos que también aeróbicos,
- aumento de la degradación de la sustancia orgánica en al menos 20%,
- aumento del rendimiento del biogas en al menos 20% en procesos anaeróbicos,

## ES 2 359 222 T3

- minimización de los residuos con respecto al contenido total en materia sólida en al menos 13%,
- minimización de los residuos a drenar (p. ej. lodos),
- reducción de los agentes adyuvantes de drenaje necesarios y de los residuos a eliminar,
- resultante del grado inferior de desintegración celular resulta solamente un gasto insignificante en energía para la desintegración.

Las configuraciones oportunas de la invención están indicadas en las reivindicaciones secundarias.

La invención se describe en lo sucesivo más en detalle con ejemplos de realización por medio de un dibujo. Se muestran:

Fig. 1: la estructura esquemática de un planta de tratamiento de aguas comunal con desintegración de lodos residuales y fermentación de lodos y

Fig. 2: la representación esquemática de una incorporación posible de la desintegración en una instalación con estabilización aeróbica de lodos.

Los siguientes ejemplos son ejemplos de aplicación para el procedimiento según la invención en diferentes fases de tratamiento de aguas residuales y en el compostaje de residuos biológicos.

### Ejemplo 1

Conforme a la representación en la Fig. 1, las aguas residuales predepuradas mecánicamente son depuradas biológicamente en una instalación de lodos activados y son depuradas posteriormente por separado local o temporalmente. Los lodos en exceso acumulados son suministrados a una instalación de digestión anaeróbica.

Según la invención, una cantidad parcial de por ejemplo 30% es separada de los lodos en exceso preespesados y es encaminada a un dispositivo para el tratamiento con ultrasonido. La cantidad parcial tratada con un aporte energético de 40 kW/l es reunida ante la instalación de digestión anaeróbica con los lodos en exceso no tratados y es llevada sucesivamente a la instalación de digestión anaeróbica (Fig. 1).

La actividad biológica elevada de las células de lodos totales provocada por la sonorización da lugar a una degradación suplementaria de la sustancia orgánica de 20% con un aumento contemporáneo de la producción de gas de fermentación. El contenido total en materia sólida de los lodos digeridos se reduce en aprox. 13%. Procesos conectados a continuación como el drenaje y el desabastecimiento de lodos digeridos son influenciados positivamente y serán más económicos.

### Ejemplo 2

Según otra forma de realización de la invención, una fosa séptica previa es conectada previamente a la instalación de lodos activados. Los lodos de depuración previa acumulados allí son previamente espesados y separados de los lodos en exceso sin tratamiento con ultrasonido son llevados a la instalación de digestión anaeróbica. En la instalación de digestión anaeróbica se ocasiona la digestión aeróbica común con los lodos en exceso tratados con ultrasonido y no tratados en la corriente parcial.

### Ejemplo 3

En una tercera forma de realización, el tratamiento con ultrasonido se realiza como en el ejemplo 1, el exceso en lodos a sonorizar es sin embargo precalentado a una temperatura de aprox. 30°C. La energía térmica necesaria para ello se obtiene a partir de la acumulación aumentada de gas de fermentación. El pretratamiento térmico de los lodos da lugar a que las enzimas liberadas puedan actuar aún más rápido sobre las células no tratadas. El sucesivo proceso de degradación es acelerado así adicionalmente en la digestión aeróbica. La degradación ulterior de la sustancia orgánica respecto a los procesos convencionales de digestión anaeróbica aumenta en al menos 30%.

### Ejemplo 4

Según lo descrito en los ejemplos de realización 1 y 2, los lodos en exceso y los lodos de depuración previa son llevados a la instalación de digestión anaeróbica, sin embargo sin que una corriente parcial de los lodos en exceso sea tratada con ultrasonido antes de acceder a la instalación de digestión anaeróbica.

## ES 2 359 222 T3

El aumento de la actividad biológica en el reactor anaeróbico se logra según la invención de manera que se retire una corriente parcial de lodos digeridos de la parte inferior de la cámara de digestión anaeróbico, se trate con ultrasonido con un aporte energético de 30 kW/l y se reconduzca (Fig. 1) a continuación a la parte superior de la cámara de digestión anaeróbica. El caudal del flujo parcial es por ejemplo de 15% de la cantidad de carga diaria.

5

Por sonorización son liberadas las enzimas adaptadas directamente al proceso de digestión anaeróbica, por lo cual se activa aún más rápido la actividad biológica de las células de lodos. La degradación aumentada de la sustancia orgánica se realiza por consiguiente en tiempos de reacción aún más cortos que en los ejemplos 1 a 3.

10

### Ejemplo 5

Las aguas residuales mecánicamente predepuradas son depuradas biológicamente en una instalación de lodos activados con estabilización aeróbica simultánea de lodos y son depuradas posteriormente local o temporalmente separadas conforme a la representación en la Fig. 2.

15

Antes de que se reconduzcan los lodos de retorno desde la depuración posterior hasta la instalación de lodos activados, una corriente parcial de por ejemplo 10% es retirada y desintegrada en un dispositivo para el tratamiento con ultrasonido con un aporte energético de 10 kW/l. La corriente parcial así tratada es reunida con los lodos de retorno no tratados y sucesivamente encauzada a la instalación de activación de lodos.

20

Como ya se había descrito en el ejemplo 4, son liberadas las enzimas adaptadas a la degradación aeróbica, enzimas que estimulan la actividad biológica de los lodos activados totales de tal manera que se pueda registrar una disgregación reforzada de la biomasa. Los lodos en exceso acumulados pueden ser reducidos así en aprox. 30%.

25

### Ejemplo 6

Durante el compostaje anaeróbico se fabrican el biogas y residuos similares al compost por fermentación de material orgánico bajo vacío. El material orgánico a compostar es hidrolizado o estrujado bajo adición de agua en un recipiente de disolución y es encaminado al reactor de metano para la fermentación. Después de una fermentación de aprox. 12 días, las sustancias sólidas no disociadas son separadas y encaminadas a una postmaceradora aeróbica.

30

Una corriente parcial de 20% de la suspensión a fermentar es desintegrada antes de la adición al reactor mediante técnica de ultrasonido con un aporte energético específico de 20 kW/l. La liberación de encimas relacionada con ello favorece el comportamiento de degradación aeróbica, la proporción en material orgánico no degradado puede ser reducida en 25%. La degradación aumentada está relacionada con una formación aumentada de biogas de 25%, que puede ser aprovechada para una generación de comente o producción de calor suplementaria. La degradación aumentada de material orgánico durante la fase anaeróbica tiene además por consecuencia que se reduzca la proporción en material aeróbico a tratar posteriormente.

40

### Ejemplo 7

En una instalación para el compostaje aeróbico se composta con estiércol líquido que sirve al mismo tiempo parcialmente para la irrigación de los almiarés a causa del alto contenido en agua de aprox. 98%.

45

De la cantidad usada para la irrigación es tratada mediante ultrasonido una cantidad parcial de 25% con un aporte energético específico de 10 kW/l y es mezclada a continuación con la cantidad no tratada. A través de la reunificación es activado el metabolismo en la cantidad total, lo cual se expresa con una actividad enzimática aumentada. La mezcla de estiércol líquido producida se reparte uniformemente sobre los almiarés existentes. Los microorganismos ya existentes en los almiarés son estimulados así igualmente y provocarán una biodegradación aumentada del material a compostar. El resultado del tratamiento es una reducción del tiempo de maceración habitual normal en 25%.

50

La invención no está limitada a las formas de realización descritas en el presente texto. Más bien es posible realizar otros ejemplos de realización mediante combinación de las características, sin abandonar el marco de la invención.

55

60

65

# ES 2 359 222 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el tratamiento de residuos biológicos que contienen microorganismos vivos, bajo aplicación de ultrasonido, en el cual

- una cantidad parcial definida es separada de los residuos biológicos,
- la potencia ultrasónica es introducida en la cantidad parcial en función del tipo de células a tratar,
- 10 - la cantidad parcial sonorizada es reintroducida en la cantidad restante no sonorizada,

**caracterizado** por el hecho de que

- 15 - el grado de activación de las células biológicamente eficaces en la cantidad parcial es ajustado por medio de la amplitud, de tal manera que las paredes celulares de las células tratadas son perforadas y permanecen en estado de funcionamiento,
- la amplitud de la potencia ultrasónica introducida en la cantidad parcial es medida y regulada constantemente bajo todas las condiciones de carga en el margen de  $5\ \mu\text{m}$  a  $100\ \mu\text{m}$  y
- 20 - el retorno de la cantidad parcial en la cantidad restante no sonorizada realiza una actividad biológica aumentada en las células de la cantidad total después de la reunificación.

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que 5% a 45%, preferiblemente 30% de la cantidad total de los residuos biológicos son separados como cantidad parcial, que 5% a 50%, preferiblemente 20%, de las células biológicamente eficaces en la cantidad parcial son activadas biológicamente por ultrasonido, de modo que en la cantidad inicial total 3% a 15% de las células biológicamente eficaces son estimuladas en su metabolismo después de la reunificación, que una potencia ultrasónica de 1 kW/l a 100 kW/l, preferiblemente 15 kW/l a 30 kW/l, con una amplitud constante es introducida en la cantidad parcial a una temperatura elevada de los residuos biológicos de 3°C a 55°C, preferiblemente de 30°C a 40°C.

30 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** por el hecho de que la potencia ultrasónica es introducida continuamente en la cantidad parcial durante el tiempo de permanencia.

35 4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 3, **caracterizado** por el hecho de que la potencia ultrasónica es introducida con la amplitud constante de  $5\ \mu\text{m}$  a  $100\ \mu\text{m}$  y con una intensidad exactamente definida de  $3\ \text{W}/\text{cm}^2$  a  $150\ \text{W}/\text{cm}^2$ , preferiblemente de  $30\ \text{W}/\text{cm}^2$  a  $80\ \text{W}/\text{cm}^2$  durante el tiempo de permanencia.

40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por el hecho de que la cantidad parcial separada de los residuos biológicos es guiada por los tubos de vidrio y la potencia ultrasónica es introducida por medio de sonotrodos cortos con una alta intensidad sonora.

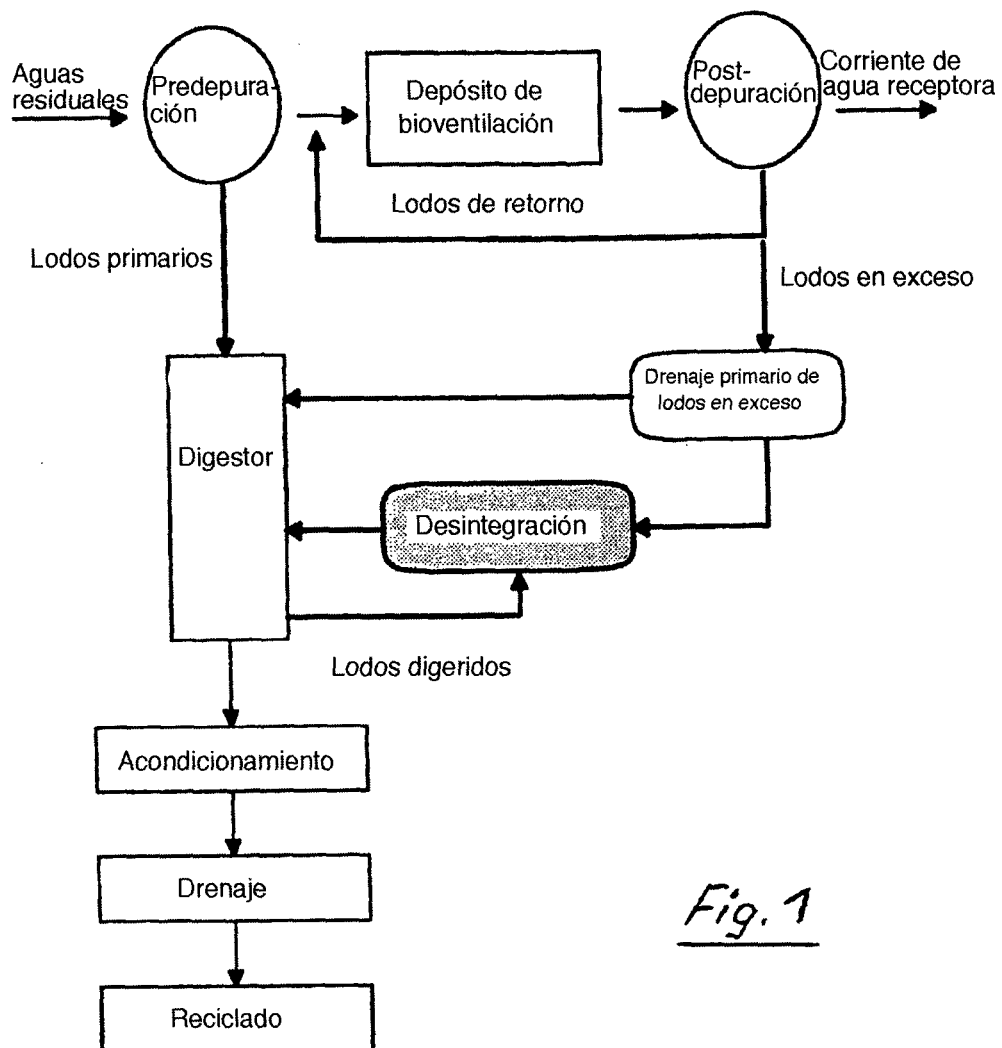
45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por el hecho de que enzimas son encaminadas por vía externa para el ajuste de la actividad biológica total.

50

55

60

65



*Fig. 1*

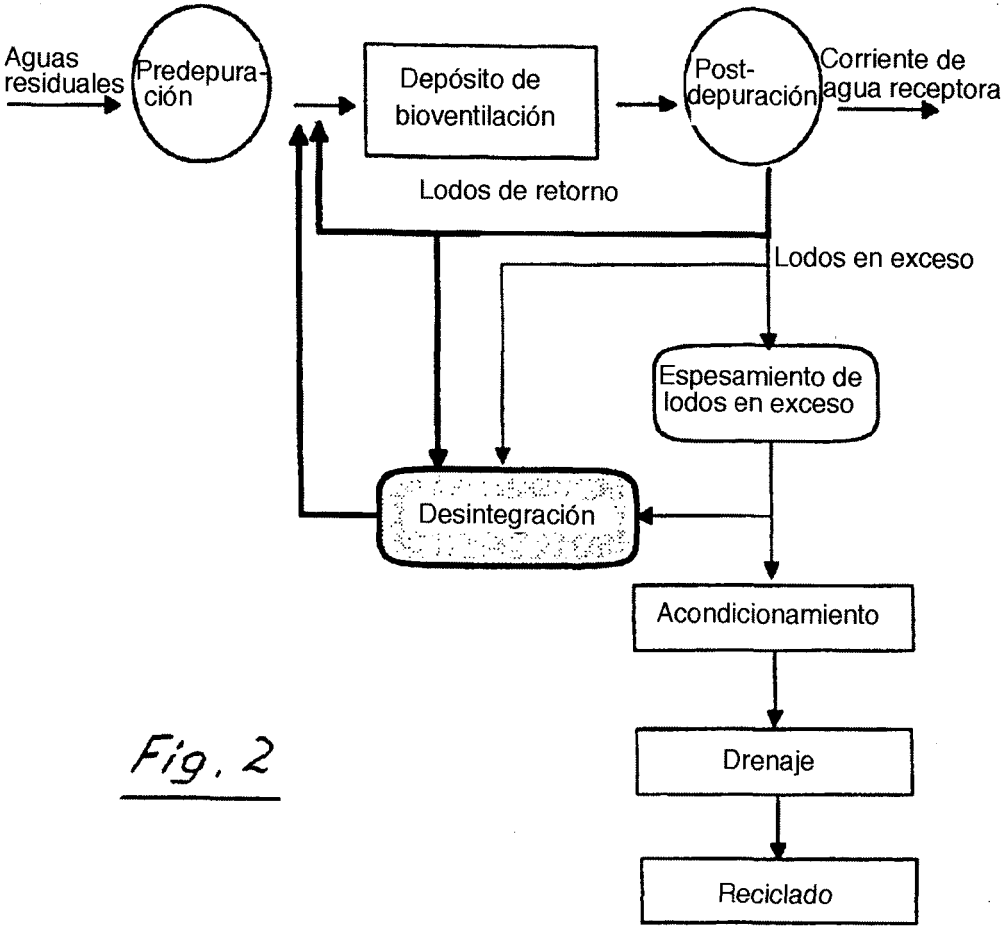


Fig. 2