

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 301**

51 Int. Cl.:

C02F 3/12 (2006.01)

C02F 3/20 (2006.01)

C02F 3/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2009 E 09734030 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2294018**

54 Título: **Proceso y planta para purificar aguas contaminadas**

30 Prioridad:

23.04.2008 IT MI20080742

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

30.12.2013

73 Titular/es:

CIEM IMPIANTI S.R.L. (100.0%)

Via T. Tasso 39
21100 Varese, IT

72 Inventor/es:

BAIO, EMANUELE y
PAGANI, DARIO

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Julio

ES 2 436 301 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

Proceso y planta para purificar aguas contaminadas.

5 La presente invención se refiere a un proceso y una planta para purificar aguas contaminadas, en particular para llevar a cabo una purificación biológica para la reducción del contenido de nitrógeno y de los malos olores en las aguas altamente contaminadas, más específicamente en las aguas residuales procedentes del ganado, lodos de biogás y efluentes altamente contaminados refractarios a la purificación biológica, y diseñados para su difusión agronómica o para conseguir una purificación completa de dichas aguas residuales o efluentes.

10 En el conjunto del texto que sigue, "aguas residuales" significa todas las aguas contaminadas de origen zootécnico, entre las que se encuentran, por ejemplo" aguas residuales, gallinaza, lodos del biogás, etc.; "efluentes" significa todas las aguas contaminadas que no sean de origen zootécnico y que contengan una carga alta o muy alta de nitrógeno y de contaminantes también muy refractarios a la purificación.

Estado de la técnica

El estado de la técnica incluye procesos y plantas de varios tipos, según se resume a continuación.

- 15 a. Tratamientos anaeróbicos, en los que el agua residual es tratada en digestores de una sola fase o multifase, en los que la sustancia orgánica se transforma en biogás por medio de métodos biológicos. La totalidad del nitrógeno orgánico se transforma en nitrógeno amoniacal.
- 20 b. Concentración mediante filtración, en la que la fracción soluble del agua residual o del efluente se separa completamente de la fracción sólida, coloidal suspendida, usando sistemas de filtración forzada de tipo membrana. La salida de las plantas es una fracción de agua residual o de efluente (alrededor de un 80-90% en volumen) separada de su carga contaminante.
- 25 c. Concentración mediante evaporación, en la que se calienta el agua residual o el efluente hasta la evaporación del agua. Así, la carga contaminante se concentra en un volumen más bajo.
- 30 d. Desprendimiento, en el que el agua residual o el efluente se calienta hasta aproximadamente 40-50 °C y el pH se eleva hasta >9 con carbonato de sodio u otra base. En un contenedor herméticamente sellado, se burbujea el aire desde el fondo, cuyo aire extrae por desprendimiento el NH₃ formado en condiciones de temperatura y acidez predefinidas. El gas extraído es neutralizado, obteniendo con ello sales amónicas. Tras el tratamiento, el agua residual o el efluente se enfrían o se neutralizan con un ácido. El aire restante debe ser tratado con anterioridad a ser enviado a la atmósfera.
- 35 e. Purificación biológica tradicional, en la que el agua residual o el efluente se trata activamente por medio de una biomasa bacteriana mediante una serie de procesos anaeróbicos (en algunos casos), aeróbicos (nitro) y anóxicos (desnitro). La biomasa así activada oxida en la etapa aeróbica la sustancia orgánica y el nitrógeno amoniacal presentes en el agua residual o el efluente, y los transforma en CO₂, NO₃ y una nueva sustancia orgánica. En la etapa anóxica siguiente, el NO₃ es reducido a N₂, el cual es enviado a la atmósfera, consumiendo la nueva sustancia orgánica. El agua residual o el efluente se oxigena mediante sistemas que usan membranas, flujo de chorro, turbinas de superficie que envían el agua residual o el efluente al aire y lo oxigenan.
- 40 f. La Patente Europea núm. 0 907 615 de Odobez describe un contenedor en el que el agua residual o el efluente se reduce mediante procesos biológicos en un tanque BSR (Reactor Secuencial por Lotes) con alternación de etapas de nitrificación (nitro) en las que el agua residual o el efluente se oxigena a alta presión con oxigenadores adecuados que provocan un llamado "efecto Venturi" que recuerda el aire atmosférico, y etapas de desnitrificación (desnitro) en las que el agua residual o el efluente se agita desde el propio sistema a baja presión, estando los oxigenadores instalados cerca del fondo del tanque. Eventualmente, el agua residual o el efluente se descarga en forma de lotes.
- 45 g. El documento US 3 997 437 A divulga un contenedor en el que el exceso de lodo producido a partir de una planta de tratamiento de aguas residuales se trata mediante bacterias aeróbicas en vez de con bacterias anaeróbicas utilizadas en el práctica común. Mediante algunos aireadores, colocados por fuera del contenedor, que son alimentados por medio de una bomba de recirculación, el lodo es aireado y recirculado continuamente en el propio contenedor de modo que se activa una digestión aeróbica del lodo, más eficiente en comparación con la anaeróbica. Se añade periódicamente lodo adicional, se retira el sobrenadante a través de una línea de flujo de un pocillo de destilación situado en el centro del contenedor. Tras un largo período de tiempo, parte del lodo presente en el fondo del contenedor será arrastrado y transportado a lechos de secado. El sistema puede ser usado también en las cabeceras de una planta de tratamiento de aguas residuales como tratamiento previo con el fin de crear un entorno más favorable para el crecimiento acelerado de bacterias aeróbicas.
- 55

- h. La solicitante y otras instituciones que trabajan en este sector de la técnica, están realizando investigaciones y ensayos para implementar procesos microbiológicos y plantas, en los que se reduzca el consumo de energía con respecto al estado de la técnica.

Antecedentes de la técnica anterior

- 5 Las soluciones relacionadas en lo que antecede (salvo para “e-f”) no reducen de forma eficaz el nitrógeno, sino que solamente lo transportan o lo transforman.
- Las plantas de digestión anaeróbica producen biogás por descomposición de la fracción orgánica solamente, pero sin extraer los nutrientes (N y P). El nitrógeno es transformado casi por completo en nitrógeno amoniacal, sin riesgos más elevados de emisiones de NH₃ a la atmósfera.
- 10 Los sistemas de filtración, más o menos selectivos o forzados, consiguen una separación simple de sustancias y nutrientes orgánicos.
- Los sistemas de evaporación reducen básicamente sólo el volumen de agua residual contaminada con un alto consumo de energía.
- 15 El desprendimiento requiere el uso de sustancias químicas peligrosas, también con un alto consumo de energía para calentar el agua residual o el efluente.
- Las plantas de purificación biológica son muy sensibles a la variación de sustancias tóxicas, entre las cuales está el NH₃. Este tipo de plantas, por lo tanto, deben estar equipadas con un sistema de oxigenación adecuado para soportar el proceso biológico para reducir la entrada de cargas con una alta contaminación.
- 20 La “tecnología Odobez”, aunque posee altas tasas de reducción, conduce a consumos de energía elevados puesto que se trata de una tecnología industrial adaptada al campo zootécnico. La secuencia de SBR no es óptima puesto que la alimentación y la descarga discontinuas provocan incluso fuertes variaciones del estado químico-físico-biológico del proceso en el interior del tanque de procesamiento y amenazan la efectividad del mismo. Además, puesto que durante la etapa anóxica el contenedor trabaja a baja presión, la mezcla de agua residual o de efluente en el tanque está limitada durante esta etapa. El control de la biomasa bacteriana se consigue solamente por flotación debida a la oxigenación del fondo, de modo que no es posible gestionar con precisión la concentración de biomasa en el tanque, y por lo tanto gestionar de manera completa el tratamiento y el tiempo de retención hidráulica (HRT). Más precisamente, resulta difícil controlar las espumas biológicas que se forman debido a la fuerte aireación durante la etapa de alta presión.

Descripción de la invención

- 30 Se debe puntualizar que en la presente descripción y en las reivindicaciones, “alta presión” en referencia al aire mezclado con el agua residual o el efluente que está siendo inyectado durante la primera etapa de proceso, significa una presión de trabajo óptima por encima de 2 bares, y en particular de alrededor de 4 bares en procesos de tratamiento de agua residual de origen zootécnico, y presiones de hasta 7 bares en procesos de tratamiento de efluentes con una alta carga de sustancias refractarias a la purificación biológica.
- 35 También debe puntualizarse que en la presente descripción y en las reivindicaciones, “oxigenadores convencionales” o simplemente “oxigenadores” significa oxigenadores según la Patente Italiana núm. 1 147 264, u oxigenadores conocidos equivalentes, es decir oxigenadores equipados con medios de succión de aire atmosférico que se mezcla con el fluido inyectado corriente arriba debido a lo que aquí se denomina convencionalmente “efecto Venturi” y para tal inyección de aire junto con el agua residual o el efluente bajo una presión proporcionada por una
- 40 bomba.
- El proceso puede tener lugar en un tanque de procesamiento con suministro y descarga continuos, en el que se producen dos etapas alternativas, una primera etapa de nitrificación y una segunda etapa de desnitrificación. Al ser un proceso continuo, el agua residual o el efluente presente en el tanque de procesamiento debe haber sido ya tratado y estar listo para ser descargado; el agua residual o el efluente que se alimenta desde el exterior, es el
- 45 componente requerido para el metabolismo microbiano y por lo tanto se consume de forma inmediata. En la primera etapa de nitrificación, en la que la presión en una red de conducción superior, también mencionada como red de oxigenación, se mantiene por encima de 2 bares, se inyecta una mezcla de aire y agua residual o efluente en el tanque por medio de oxigenadores convencionales que, según se sabe, es suministrada con medios que succionan aire por “efecto Venturi”, y la biomasa bacteriana presente oxida la sustancia orgánica y el nitrógeno amoniacal; la
- 50 primera se transforma en dióxido de carbono y el segundo en nitrógeno nítrico y nitroso, mientras que una porción de la sustancia orgánica y del nitrógeno se utiliza para formar nueva biomasa bacteriana. Se seleccionan tiempo y duraciones de etapa alternativas dependiendo de la carga de nitrógeno que constituya la entrada. Como nueva característica, en la primera etapa del proceso, el agua residual o el efluente mezclado con el aire, se inyecta a una presión de al menos 2 bares en la red de conducción superior y a una distancia D del fondo del tanque que varía
- 55 desde aproximadamente la mitad de la altura en el tanque del líquido del tanque, hasta la superficie del agua residual del tanque, mientras que en la segunda etapa del proceso el agua residual o el efluente tratado en la

primera etapa se agita con un sistema de agitación sin inyección de aire y manteniendo la biomasa suspendida y rompiendo las espumas que pudieran haberse formado en la primera etapa.

5 Puesto que en la planta conforme a la invención y en la primera etapa de alta presión la concentración de oxígeno disuelto (DO) dentro de los oxigenadores es alta con el fin de crear una condición de potencial redox positiva (RedOX), cuando el proceso trata aguas residuales resulta posible mantener en el volumen de líquido del tanque condiciones de oxígeno disuelto (DO) y de potencial redox (RedOX) en las que $DO < 0,1 \text{ mg/l}$ y $RedOX = -200 \text{ mV} + 0 \text{ mV}$, mientras que $DO = 0 \text{ mg/l}$ y $RedOX = -400 + 300 \text{ mV}$ en la segunda etapa, lo que provoca una reducción de aproximadamente el 85% de nitrógeno y aproximadamente el 80% de sustancia orgánica. Las aguas residuales que se extraen de este proceso pueden ser sometidas a tratamientos adicionales hasta su purificación completa o ser enviadas directamente para su difusión o la ferti-irrigación en los campos.

10 En todos los casos de tratamiento o de purificación completa de efluentes altamente contaminados, las condiciones de OD, RedOX y biomasa varían de aplicación en aplicación.

15 En todos los casos de tratamiento o purificación de aguas residuales o de efluentes, el proceso desarrolla altas temperaturas por encima de $25 \text{ }^\circ\text{C}$, tanto en verano como en invierno, que se mantienen gracias a la fuerza oxidativa y a la efectividad del proceso.

20 La planta en la que se implementa el proceso, comprende el tanque de procesamiento que recibe desde el exterior el efluente contaminado o las aguas residuales, al menos una bomba que succiona efluente o agua contaminada desde la parte inferior del tanque y que la envía a la red de conducción superior hasta una pluralidad de oxigenadores alimentados por el efluente o el agua residual filtrados y por aire atmosférico, un filtro que está colocado entre la bomba y un conducto que succiona el agua residual o el efluente desde la parte inferior del tanque, y se caracteriza porque la bomba genera en la red de conducción una presión de al menos 2 bares y las aberturas de descarga de los oxigenadores están situadas a una distancia D del fondo del tanque que varía desde aproximadamente la mitad de la altura efectiva del tanque hasta la superficie del agua residual presente en el tanque.

25 Con preferencia, los oxigenadores sumergidos se instalan en el tanque de procesamiento con el eje de descarga en una posición de 8° a 90° con respecto a la horizontal que se incrementa con la profundidad del tanque.

30 Como alternativa, el tanque de procesamiento se asocia a un contenedor de aireación cerrado en el que se airea el agua residual o el efluente en la primera etapa del proceso. Esta alternativa se caracteriza porque el proceso de nitró/desnitró siempre tiene lugar en el mismo tanque de procesamiento, y porque en la primera etapa de nitrificación, el contenedor de aireación cerrado opera haciendo recircular y aireando el agua residual o el efluente desde el tanque de procesamiento, y en la etapa de desnitrificación dicho contenedor detiene su operación. El suministro de agua contaminada que ha de ser tratada y la descarga de agua tratada ocurren siempre desde el tanque de procesamiento.

35 En esta alternativa, el tanque tiene un tamaño pequeño calculado como una función de los requisitos del proceso, y el contenedor de aireación cerrado está dimensionado para otorgar un tiempo de contacto suficiente entre el aire y el agua residual o el efluente. Una recirculación continua de agua residual o de efluente procedente del fondo del tanque de procesamiento, tiene lugar entre el propio tanque y el contenedor. La recirculación puede ser llevada a cabo por la bomba anteriormente mencionada o por una bomba específica. El flujo de agua residual o el efluente aireado, se distribuye a continuación por medio de un agitador normalmente mecánico al volumen total del tanque de procesamiento. La pluralidad de oxigenadores se localizan en el contenedor de aireación cerrado, el cual puede estar situado en el interior o en el exterior del tanque de procesamiento. Los oxigenadores están instalados en el contenedor de aireación cerrado, distribuidos uniformemente en paredes verticales opuestas del mismo.

El contenedor de aireación cerrado se realiza de acuerdo con dos posibles soluciones.

45 En una primera solución, la bomba de oxigenación toma el agua residual o el efluente desde el tanque de procesamiento a través de un filtro mecánico, y lo suministra bajo alta presión a la red de oxigenación, y desde esta última hacia el contenedor de aireación por medio de un número adecuado de oxigenadores. El agua residual o el efluente así aireado se suministra de nuevo al fondo del tanque de procesamiento, ya sea por gravedad o ya sea con una bomba, en cuyo tanque ocurre la agitación por medio de un agitador mecánico.

50 En una segunda solución, la bomba de oxigenación toma el agua residual o el efluente desde el contenedor de aireación a través de un filtro mecánico, y lo alimenta bajo alta presión de nuevo a la red de oxigenación en el mismo contenedor de oxigenación por medio de un número adecuado de oxigenadores. Otra bomba alimenta continuamente el contenedor de aireación con nueva agua residual o efluente a ser aireado desde el tanque de procesamiento. El efluente así aireado se alimenta de nuevo al fondo del tanque de procesamiento, ya sea por gravedad o ya sea con una bomba, en cuyo tanque se produce la agitación por medio de un agitador normalmente mecánico.

55 Además, en todas las soluciones descritas en lo que antecede y de acuerdo con los requisitos de procesamiento, el "efecto Venturi" en los oxigenadores se puede incrementar gracias a un sistema de aireación forzada que presuriza

los conductos de entrada de aire en los oxigenadores incrementando la tasa de flujo de aire succionado por “efecto Venturi”.

5 Como nueva característica, gracias a la planta asociada al sistema de aireación forzada, la alta presión presente en la red de conducción (> 2 bares) crea dentro de cada oxigenador una superficie de intercambio específico alto de aire-líquido para permitir la transferencia al líquido de la mayor tasa de flujo de aire suministrada por el sistema de aireación forzada.

Se puede deducir de ese modo que el proceso puede ocurrir en un tanque completamente agitado CSTR (Reactores de Tanque Agitados Completamente) con suministro y descarga continuos desde el tanque, o en un tanque y en un contenedor de aireación cerrado asociado a dicho tanque.

10 La planta con un tanque de procesamiento o con el tanque de procesamiento asociado al contenedor de aireación cerrado, está dimensionada con vistas a tratar la cantidad de agua residual o de efluente que se suministre diariamente; en otras palabras, la biomasa bacteriana presente en el tanque consume la carga contaminante en su totalidad.

15 La planta con un solo tanque de procesamiento contiene agua residual o efluente que ha sido ya tratado, así como la biomasa bacteriana requerida para la descomposición metabólica. La biomasa bacteriana mencionada anteriormente se desarrolla gracias a la alternación de alta presión y de ausencia de presión, y puede ser descargada, en caso necesario, directamente junto con el efluente tratado (planta sin control de cantidad de biomasa) o mantenida en el tanque de procesamiento con sistemas de sedimentación o filtración (planta con control de cantidad de biomasa). En el último caso, la fracción de biomasa que se acumula en exceso, puede ser extraída de vez en cuando (es decir, la parte de biomasa que exceda el valor predefinido para descomposición metabólica de la carga diaria de una planta específica).

Además, la planta puede incluir medios para controlar la cantidad de biomasa por medio de un aclarador interno o de membranas de filtración.

25 La red de conducción superior a lo largo de la cual están conectados los oxigenadores, está preferentemente situada en la zona superior del tanque con el fin de optimizar la efectividad del “efecto Venturi”, mientras que una red de conducción inferior situada en el fondo del tanque succiona en varios puntos el agua residual o el efluente por medio de la bomba a la que está conectada la red de conducción superior, con el fin de promover el flujo descendente de agua residual o de efluente mezclado con aire.

30 Como alternativa, el agua residual o el efluente se toma desde el fondo del tanque por medio de uno o más conductos independientes cuyas aberturas de entrada alcanzan varios puntos cercanos al fondo del tanque.

El tamaño de la red de conducción superior, o red de oxigenación, y el número de oxigenadores instalados a lo largo de dicha red de conducción superior en el tanque solamente o en el contenedor de aireación, depende del volumen y de las características físico-químicas del efluente que va a ser tratado a diario.

Ventajas de la invención

35 Las principales ventajas de la invención se relacionan a continuación.

- Existe un consumo más bajo de energía gracias al cabezal de agua más bajo con respecto a una planta que utilice tecnología “Odobez”, siendo la cantidad de aire suministrado la misma.
- Gracias a la planta asociada al sistema de aireación forzada, la alta presión de la red de conducción superior (> 2 bares) crea en el interior del oxigenador una superficie de alto intercambio específico de aire-agua tal que permite la transferencia en el agua de la tasa de flujo más alta de aire suministrado por el sistema de aireación forzada.
- La alta presión en la red de conducción superior provoca en los oxigenadores que el efluente o el agua residual sea pulverizado y mezclado con aire, a efectos de soportar un proceso biológico altamente efectivo y gestionado de forma fácil.
- El nivel al que se extienden los orificios de salida de los oxigenadores, cuyo nivel es siempre alto con respecto a la altura del tanque y opcionalmente cerca de la superficie del líquido en el tanque, así como la alta presión en la red superior, aseguran una efectividad extremadamente alta de la etapa de nitrificación.
- La invención permite la implementación de más de un tipo de tratamiento de efluentes contaminados.
- Tratamiento de aguas residuales para difusión (o pre-tratamiento en caso de efluentes): el agua residual se trata hasta lograr una reducción de nitrógeno de un 75-80% con el fin de difundir sobre suelos agrícolas en conformidad con las reglamentaciones (Directiva 91/676/ECC – Directiva de Nitrato). El oxígeno suministrado a esas plantas es exactamente la misma cantidad consumida para reducir el nitrógeno y una parte de sustancia orgánica. Así, no se consume la carga orgánica total, y la descarga obtenida desde la

planta tiene todavía un cierto poder fertilizante.

- La planta es altamente flexible y el proceso es muy estable y efectivo, por lo que es adecuado para un gran número de efluentes/aguas residuales altamente contaminantes.
- 5 - El proceso es siempre auto-ajustable a una temperatura de 30-38 °C y un pH de 7-7,8 gracias al sistema de oxigenación. Los valores de procesamiento indicados anteriormente son óptimos para sistemas de purificación biológica en mesofilia.
- El potencial redox y la concentración de oxígeno dependen del tipo de tratamiento, más o menos forzado, que va a ser llevado a cabo, de acuerdo con las necesidades de los usuarios.
- 10 - Eventualmente, los medios de aireación forzada asociados a la planta permiten una reducción de costes de procesamiento en todos los tipos de plantas y tratamientos, en base a las mismas aguas residuales o al efluente a ser tratado. Como una cuestión de hecho, con el mismo número de oxigenadores que otras plantas, la cantidad de aire que puede ser inyectado puede ser a veces a lo sumo el doble que el suministrado por oxigenadores convencionales.

15 Existen tres ventajas principales resultantes del uso de un contenedor de aireación cerrado independientes del volumen del tanque:

- No se necesitan largas redes de conducción de acero inoxidable en el interior del tanque de procesamiento, lo que significa costes más bajos para la planta.
- Puesto que dicho contenedor está separado del tanque de procesamiento, todas las operaciones de mantenimiento son mucho más simples y mucho más rápidas. Además, ya no es necesario vaciar el tanque de procesamiento para su mantenimiento en cuanto a la red superior y en cuanto a los oxigenadores sumergidos en el tanque.
- 20 - El sistema es mucho más flexible para una gestión de oxigenación, puesto no existe ya una relación estricta entre efectividad de oxigenación (que depende del nivel de líquido por encima de la red de oxigenación) y tiempo de retención (que depende del volumen, y por tanto del nivel de líquido contenido en el tanque). En otras palabras, a efectos de mantener bajo el nivel en el tanque (y por tanto un buen efecto Venturi), resulta necesario con el mismo HRT construir tanques con superficies muy grandes. A la inversa, si se utiliza un contenedor de aireación exterior, la efectividad del "efecto Venturi" dependerá de la presión establecida en el interior del contenedor. De ese modo, es posible construir tanques con superficies más pequeñas que los convencionales.
- 25

30 Descripción de realizaciones preferidas

La invención va a ser explicada con mayor detalle mediante ejemplos de realización merced a diagramas y dibujos esquemáticos, en los que:

La Figura 1a es un diagrama que muestra las etapas y las partes de una planta de purificación que puede ser mencionada como técnica anterior con respecto a la que se describe en la Patente Europea 0 907 615 de "Odobez";

35 La Figura 1b es un diagrama que muestra las etapas y las partes del contenedor divulgadas en la Patente Europea de "Odobez" mencionada anteriormente, la cual puede ser considerada como la técnica más cercana a la invención;

La Figura 1c es un diagrama que muestra las etapas y las partes de la invención;

La Figura 2 es una primera vista lateral;

La Figura 3 es una primera vista en planta;

40 La Figura 4 es una segunda vista lateral;

La Figura 5 es una segunda vista en planta;

La Figura 6 es una tercera vista lateral;

La Figura 7 es una tercera vista en planta;

Las Figuras 8 y 9 son cuartas vistas laterales;

45 La Figura 10 es una cuarta vista en planta;

La Figura 11 es una sexta vista lateral, y

La Figura 12 es una undécima vista en planta.

Las Figuras 9-12 no representan a la invención.

Con referencia a los diagramas de las Figuras 1a, 1b y 1c, se usan las siguientes abreviaciones:

- N es la etapa de neutralización,
- V1 es la primera etapa de tratamiento (DESNITRO)
- 5 - V2 es la segunda etapa de tratamiento (NITRO),
- SF es separación de lodo,
- RF es recirculación de lodo, y
- FS es descarga de lodo.

10 Las Figuras muestran que para implementar las etapas N, V1, V2, SF, se requerían en general cuatro tanques en las plantas anteriores a Odobez, dos tanques en la planta de Odobez, y que en la planta conforme a la invención solamente se requiere un tanque para las etapas N, V1, V2, RF y SF, mientras que la descarga de lodo tiene lugar directamente desde el tanque único. El contenedor de aireación, en caso de estar presente, se considera como parte del tanque de procesamiento.

15 Las Figuras 2 y 3 muestran una planta sin control de biomasa. El agua residual o el efluente procedente del exterior, se vierte en el tanque 1 en ENTRADA. La Figura muestra que (en la primera etapa de proceso) una bomba 2 succiona el agua residual o el efluente desde la parte inferior del tanque a través de los conductos 3, 6 y del filtro 4 mecánico auto-limpiante, cuyo propósito es el de mantener la bomba 2 y los oxigenadores 5 limpios reteniendo el material grueso que pueda estar presente en el efluente o en el agua residual descargada a través del conducto 4a. El agua residual o el efluente tratado, es succionado diariamente por la bomba 12 a través del conducto 15 y descargado a través del conducto 16 (SALIDA). La misma bomba 2 presiona el agua residual o el efluente en la red 7 de conducción superior que comprende una pluralidad de conductos cruzados 8 que derivan del conducto 7 superior. La presión de la bomba 2 está controlada dentro de un rango predeterminado por medio de un panel de control que recibe señales de parámetros de proceso a través de sondas. El conducto 7 superior se mete en la región del tanque, y a través del mismo a lo largo del eje longitudinal medio. L se refiere a la superficie del líquido en el tanque. La pluralidad de conductos cruzados 8 se inicia a partir del conducto 7 superior, cuyos conductos 8 envían el agua residual o el efluente a una pluralidad de oxigenadores 5, cada uno de ellos equipado con un conducto 9 que se extiende hacia, y que abre a, la atmósfera. Los oxigenadores 5 vierten en el tanque 1 agua residual o efluente mezclado con aire succionado por "efecto Venturi" a través de los conductos 9. Los oxigenadores 5 están inclinados de modo que su flujo pueda alcanzar el fondo del tanque. Un agitador 10 mecánico se encuentra instalado cerca del fondo del tanque a efectos de ser activado con su hélice 11 (en la segunda etapa de proceso). Una red de conducción inferior que succiona agua residual o efluente desde el fondo del tanque, se inicia a partir del conducto 3 de admisión donde entra en el tanque e incluye las ramificaciones 3a, 3b, 3c, cada una de ellas equipada con aberturas 13 de admisión que forman una pluralidad de aberturas de admisión distribuidas por el fondo del tanque. Los conductos cruzados 8 y la pluralidad de oxigenadores 5, se dividen en dos grupos con respecto al eje X-X longitudinal medio. Un grupo de oxigenadores se enfrenta a la dirección longitudinal y el otro grupo se enfrenta a la dirección longitudinal opuesta, todo esto con el fin de incrementar la agitación del fluido en el interior del tanque en la primera etapa de proceso. En el ejemplo mostrado, el tanque es de planta rectangular, con una superficie de 340 m² y una altura efectiva de 3,5 m. La bomba 2 puede bombear hacia la red de conducción superior 350 m³/h de agua residual o de efluente, a una presión media de 7 bares (siendo el rango de 6-9 bares) en caso de efluente refractario, y a una presión media de 4 bares (siendo el rango de 3,5-5,5 bares) en caso de agua residual zootécnica (aunque con un mayor número de oxigenadores), de modo que la totalidad de los oxigenadores 5 suministra una tasa de flujo de efluente o de agua residual y aire de 850 m³/h; La planta así dimensionada está capacitada para tratar un agua contaminada refractaria con 1500 kg de COD/día y 150 kg de TKN/día reduciendo la carga de nitrógeno (TKN) en un 85% y la carga orgánica (COD) en un 80% (COD = Demanda de Oxígeno Químico; TKN = Nitrógeno Kjeldahl Total).

45 Las aberturas de descarga de los 480 oxigenadores estarán situadas a 1,25 m del fondo del tanque, y los oxigenadores estarán orientados hacia el fondo a 31° (considerando el horizonte = 0°), estando para el efluente las aberturas de descarga de los 330 oxigenadores situados a 1,65 m del fondo y los oxigenadores estarán orientados hacia el fondo a 42° (considerando el horizonte = 0). Se puede deducir que el tanque de procesamiento puede ser de cualquier forma en planta, dependiendo de las características del sitio en el que se instale, por ejemplo, además de ser rectangular, puede ser de planta cuadrada, circular, o poligonal.

50

Las Figuras 4 y 5 muestran una planta como en las Figuras 2 y 3, aunque equipada con un aclarador 17 interno en el que se recoge el lodo producido durante el proceso y se recircula directamente en el tanque 1 o se envía al lodo en exceso por medio de la bomba 12a (FS). El agua tratada se descarga a través del drenaje 18 y del conducto 19 (SALIDA).

55 Las Figuras 6 y 7 muestran una planta como en las Figuras 2 y 3, aunque equipada con una serie 20 de membranas de micro- o ultra- filtración en el interior del tanque de procesamiento, en donde el lodo producido durante el proceso es filtrado y recirculado directamente en el tanque 1 o enviado al lodo en exceso por medio de la bomba 12b (FS). El

agua tratada es extraída a través de la bomba 12c y del conducto 19a (SALIDA).

5 La Figura 8 muestra una planta como en las Figuras 6 y 7, aunque equipada con un sistema que comprende un medio 22 de inyección de aire atmosférico (flecha f) y una red de conducción de aire, indicada en general con el número de referencia 23, ramificada y conectada a cada uno de los conductos 9 de los oxigenadores 5 de modo que estos últimos reciben un exceso de aire y oxigenan fuertemente el agua residual o el efluente en el tanque 1 de procesamiento. La SALIDA se refiere a la extracción de agua tratada a través de una bomba (no representada).

10 Las Figuras 9 y 10 muestran una primera planta con un contenedor 24 de aireación cerrado, exterior al tanque 1 de procesamiento. Una bomba 25 de oxigenación toma agua residual o efluente desde el tanque de procesamiento a través de un filtro 44 mecánico y de los conductos 26, y lo suministra a alta presión al conducto 27 hacia el mismo contenedor de aireación equipado con un número adecuado de oxigenadores 5a. El agua residual o el efluente así aireado, se suministra de nuevo al fondo del tanque de procesamiento por gravedad a lo largo de los conductos 28 (opcionalmente por medio de una bomba no mostrada), en cuyo tanque de procesamiento se produce una agitación por medio de un agitador mecánico 10a. La extracción (SALIDA) de agua tratada se lleva también a cabo con medios 12, 15, 16 ya mencionados con referencia a las Figuras 2 y 3.

15 Las Figuras 11 y 12 muestran una segunda planta con un contenedor 24a de aireación cerrado exterior al tanque 1 de procesamiento. Una bomba 25a de oxigenación toma agua residual o efluente desde el contenedor de aireación a través de un filtro 44a mecánico y de los conductos 26a, y lo suministra a alta presión al conducto 27a hacia el mismo contenedor de aireación equipado con un número adecuado de oxigenadores 5b, cada uno de ellos asociado a un conducto 9a de admisión. La bomba 30 alimenta continuamente el contenedor de aireación con nueva agua residual o efluente a ser aireado a través del conducto 32 desde el tanque de procesamiento por medio del conducto 21, mientras que el efluente o el agua residual así tratada es alimentada de nuevo hacia la parte del fondo del tanque de procesamiento por gravedad a lo largo del conducto 28a (opcionalmente, por medio de una bomba, no representada), en cuyo tanque de procesamiento se produce la agitación por medio de un agitador mecánico 10b. La extracción (SALIDA) de agua tratada se lleva también a cabo con medios 12, 15, 16 ya mencionados con referencia a las Figuras 2 y 3.

20

25

30

35

40

45

REIVINDICACIONES

- 1.- Un proceso para purificar aguas contaminadas en un tanque (1) de procesamiento con suministro y descarga continuos, en el que se alternan dos etapas, una primera etapa de nitrificación y una segunda etapa de desnitrificación, siendo en la primera etapa el agua residual o el efluente y el aire inyectados con oxigenadores (5) instalados a lo largo de una red (8) de conducción superior y equipados con medios para succionar aire atmosférico gracias a un efecto mencionado en la presente solamente de manera convencional como "efecto Venturi", siendo los tiempos de alternancia y la duración de etapa seleccionados como una función de la carga de nitrógeno que está siendo introducida, y en donde, en la primera etapa, la presión en la red (8) de conducción superior se mantiene por encima de 2 bares y una mezcla filtrada de aire y agua residual o efluente extraída del fondo del tanque es inyectada por medio de los oxigenadores (5) en el tanque (1) a una distancia D del fondo del tanque que varía desde aproximadamente la mitad de la altura del tanque hasta aproximadamente la superficie de líquido en el tanque, y en la segunda etapa el agua residual o el efluente tratado en la primera etapa se agita sin inyección de aire por medio de al menos un agitador (10) que está capacitado para romper la espuma biológica previamente formada.
- 2.- El proceso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la aireación requerida en la primera etapa de proceso se obtiene en un contenedor (24, 24a) de aireación cerrado independiente del tanque (1) de procesamiento, y **porque** se obtiene una recirculación continua de agua residual o de efluente entre el tanque (1) de procesamiento y el contenedor (24, 24a) de aireación cerrado, cuya recirculación distribuye el flujo de agua residual o de efluente aireado en el volumen total del tanque (1) de procesamiento.
- 3.- El proceso según las reivindicaciones 1-2, **caracterizado porque** las condiciones de oxígeno disuelto (DO) y de potencial redox (RedOX) se mantienen en la primera etapa del tratamiento de agua residual en donde $DO < 0,1 \text{ mg/l}$ y $RedOX = -200 \text{ mV} \div 0 \text{ mV}$ gracias a la alta concentración de oxígeno disuelto y al redox positivo en el interior de cada uno de los oxigenadores (5, 5a-b) y trabajando a una presión mayor de 2 bares y manteniendo condiciones en las que $DO = 0 \text{ mg/l}$ y $RedOX = -400 \div 300 \text{ mV}$ en la segunda etapa, provocando de ese modo una reducción de un 85 % de nitrógeno y de un 80% de sustancia orgánica.
- 4.- El proceso según las reivindicaciones 1-3, **caracterizado porque** la presión media en la red (8) de conducción superior y en los oxigenadores (5, 5a) es de aproximadamente 4 bares en procesos para el tratamiento de aguas residuales.
- 5.- El proceso según las reivindicaciones 1-4, **caracterizado porque** la presión media en la red (8) de conducción superior y en los oxigenadores (5, 5a) es de al menos 7 bares en procesos para el tratamiento de efluentes.
- 6.- Una planta para purificar agua contaminada de acuerdo con el proceso reivindicado en las reivindicaciones 1, 3-5, **caracterizada porque** comprende un tanque (1) de procesamiento que recibe desde el exterior el agua residual o el efluente contaminado, al menos una bomba (2) que succiona el agua residual o el efluente desde el fondo del tanque y lo envía hacia una red (8) de conducción superior que incorpora una pluralidad de oxigenadores (5) sumergidos en el agua residual o el efluente, un filtro (4) que está situado entre la bomba (2) y un conducto (3) que succiona el agua residual o el efluente desde el fondo del tanque (1) en donde están comprendidos la bomba (2) adecuada para producir en la red (8) de conducción superior una presión de al menos 2 bares, el filtro (4) y aberturas de descarga en los oxigenadores (5) sumergidos a una distancia D del fondo del tanque que varía desde la mitad o más de la altura del tanque.
- 7.- La planta según la reivindicación 6, **caracterizada porque** comprende:
- a) un contenedor (24) de aireación cerrado asociado al, y fuera o dentro del, tanque (1) de procesamiento, en el que se ha dispuesto una pluralidad de oxigenadores (5a) en los que se airea el agua residual o el efluente durante la primera etapa del proceso;
 - b) una bomba (25) adecuada para tomar el agua residual o el efluente desde el tanque (1) de procesamiento y suministrarlo a una presión de al menos 2 bares hacia una red de oxigenación y transferirlo por medio de oxigenadores (5a) hacia el contenedor (24) de aireación cerrado desde el que el agua residual o el efluente así aireado se suministra de nuevo al fondo del tanque (1) de procesamiento donde un agitador (10) lleva a cabo la agitación de la segunda etapa del proceso.
- 8.- La planta según la reivindicación 7, **caracterizada porque** comprende:
- a) un contenedor (24a) de aireación cerrado asociado al, y fuera o dentro del, tanque (1) de procesamiento, en el que se ha dispuesto una pluralidad de oxigenadores (5b) en los que se airea el agua residual o el efluente durante la primera etapa del proceso;
 - b) una bomba (25a) adecuada para tomar el agua residual o el efluente desde el contenedor (24a) de aireación y suministrarlo de nuevo bajo una presión de al menos 2 bares hacia una red de oxigenación y transferirlo por medio de oxigenadores (5b) hacia dicho contenedor (24a), y una segunda bomba (12) que

toma desde el fondo del tanque (1) de procesamiento el agua residual o el efluente que va a ser aireado y lo envía al contenedor (24a) de aireación cerrado, siendo el efluente o el agua residual así tratada suministrada de nuevo al fondo del tanque (1) de procesamiento donde un agitador (10) lleva a cabo la agitación de la segunda etapa del proceso.

- 5 9.- La planta según las reivindicaciones 6-8, **caracterizada porque** comprende medios (22) de inyección forzada que son adecuados para enviar aire a presión hacia los oxigenadores (5) incrementando de ese modo la velocidad de flujo del aire succionado por "efecto Venturi".

10

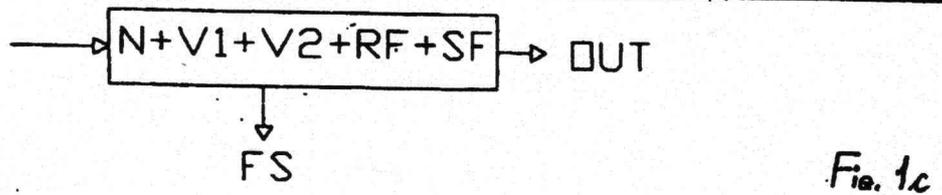
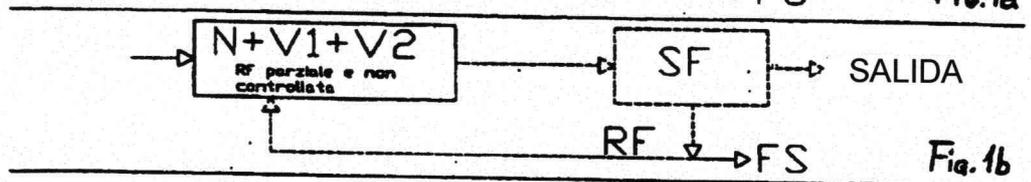
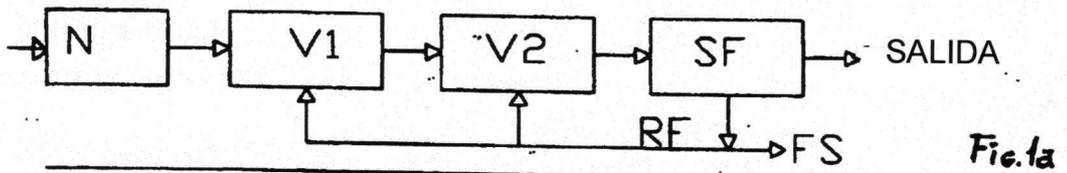
15

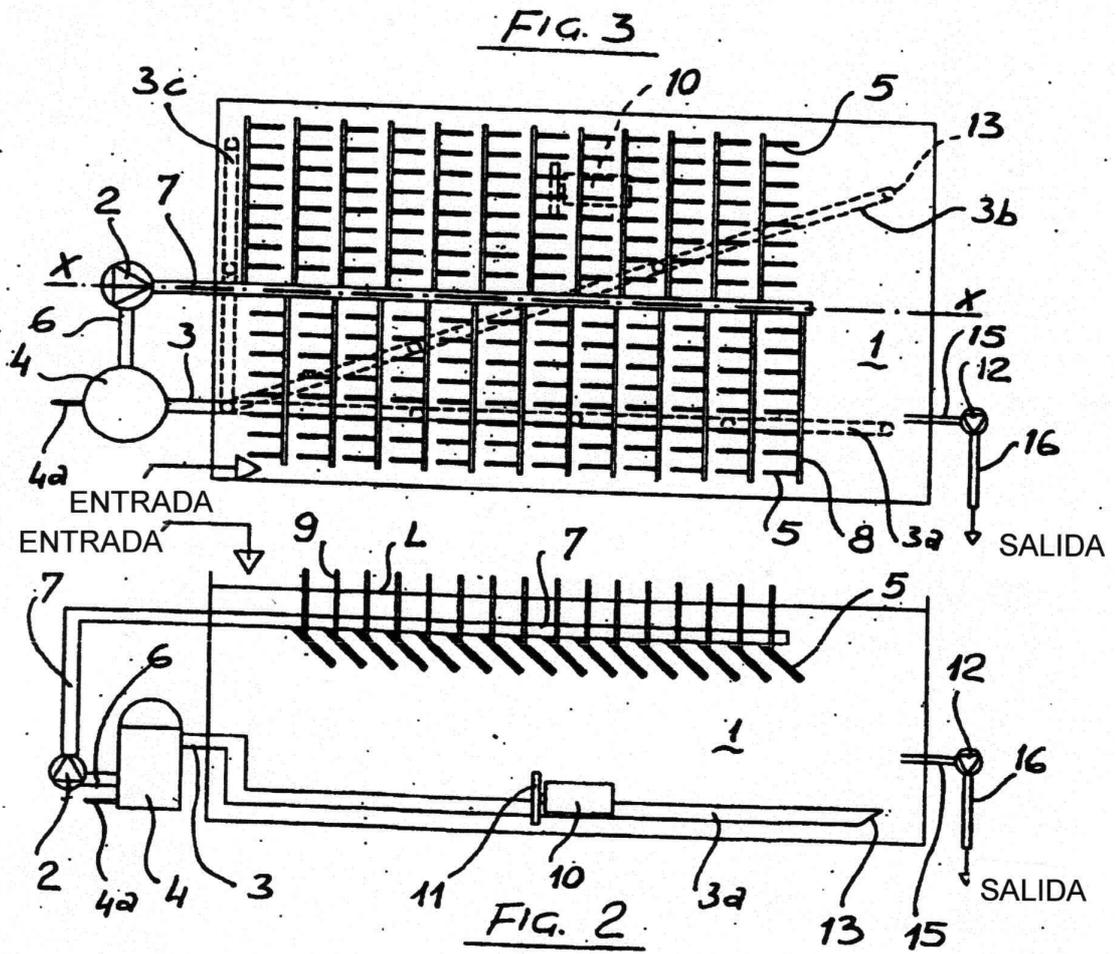
20

25

30

35





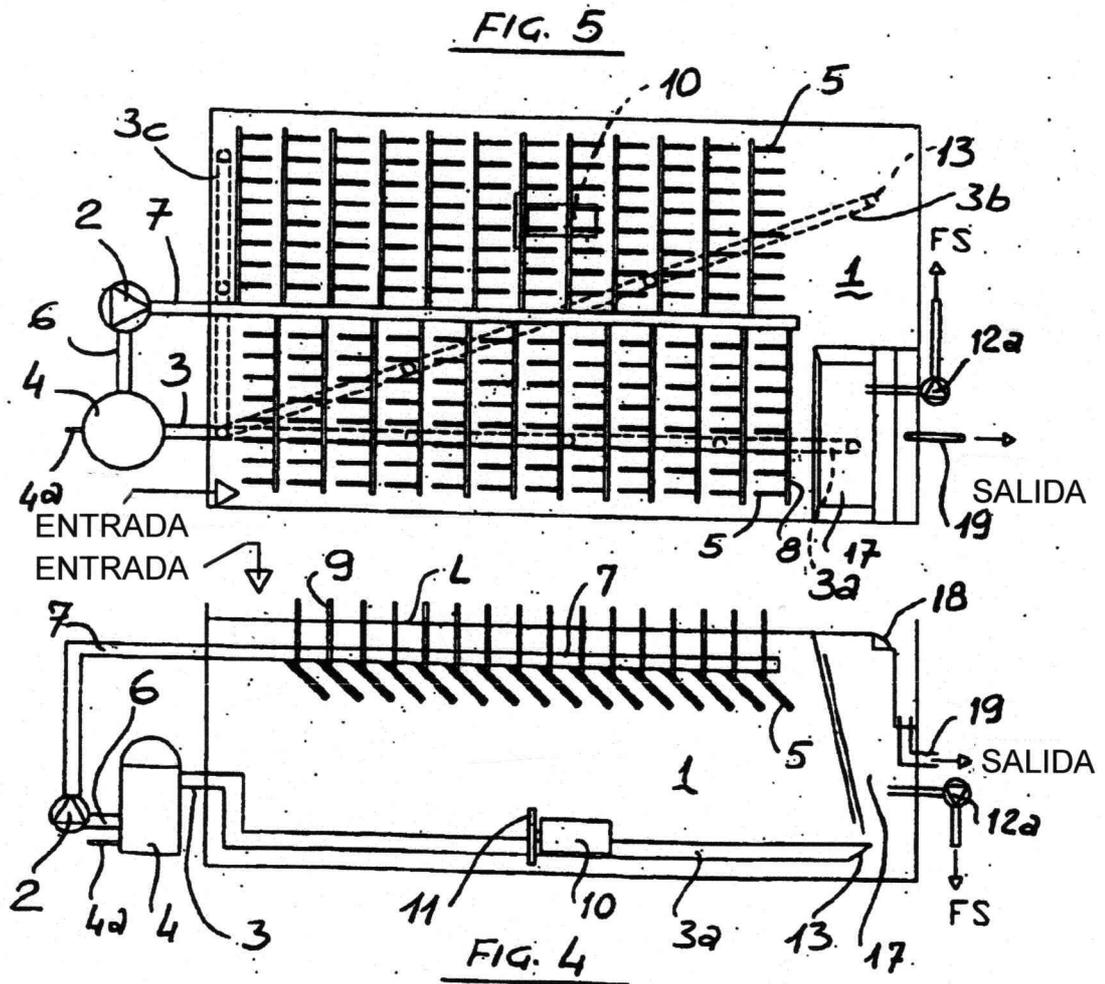


FIG. 7

