

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2012/158012 A2

(43) Fecha de publicación internacional
22 de noviembre de 2012 (22.11.2012) **WIPO | PCT**

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/MX2012/000053
- (22) Fecha de presentación internacional: 11 de mayo de 2012 (11.05.2012)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad: MX/A/2011/005080
13 de mayo de 2011 (13.05.2011) MX
- (72) Inventor; e
- (71) Solicitante : PÉREZ MONSRREAL, José Rogelio [MX/MX]; Calle 73 No. 454 x 44 y 46, Colonia Centro, CP. 97000, Mérida Yucatán (MX).
- (74) Mandatario: TRUJILLO DE LA CERDA, Angelina; Calle 41 -B No. 349 x 38 A, Fraccionamiento Francisco de Montejo III, CP. 97203 Mérida Yucatán (MX).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR,

BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

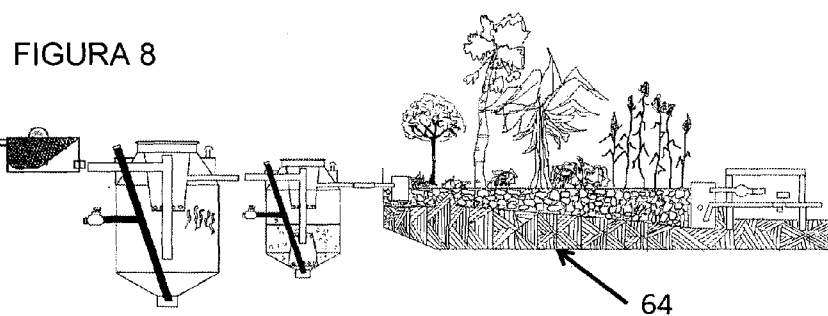
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

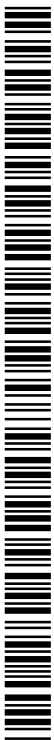
(54) Title: MODULAR WASTEWATER TREATMENT PLANT

(54) Título : PLANTA MODULAR PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



(57) Abstract: The invention relates to a wastewater treatment plant, specifically a modular plant for the treatment of organic wastewater, in which the number of devices depends on the amount of water to be treated and on the quality of the starting water and that required for the water at the end of the process. The treatment plant includes multiple devices, each representing a treatment step, and the devices can be connected in series, in parallel or in series and parallel. In addition, the devices used in the process are designed to require a minimum amount of maintenance, owing to the inclusion of a self-cleaning system. Since the system requires minimal power and maintenance, it is considered optimal for use in rural communities, livestock farms or buildings.

(57) Resumen: La presente invención se refiere a una planta para tratamiento de aguas residuales, específicamente, a una planta modular para tratamiento de aguas residuales orgánicas, en donde la cantidad de equipos está en función de la cantidad de agua a tratar y de la calidad del agua de entrada y la requerida para el agua al final del proceso. La planta para tratamiento está integrada por múltiples equipos en donde cada equipo representa una etapa de tratamiento y los equipos pueden ser conectados en serie o en paralelo o ambos. Adicionalmente, los equipos de proceso están diseñados para requerir un mínimo de mantenimiento, debido a que cuentan con un sistema de autolimpieza. El sistema requiere un mínimo de energía y mantenimiento, por lo que se considera óptimo para ser utilizado en comunidades rurales o en granjas pecuarias o en edificios.



WO 2012/158012 A2

PLANTA MODULAR PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema modular de tratamiento de aguas residuales para comunidades rurales, suburbanas, edificios, principalmente

Antecedentes:

10

La mayor parte de las plantas de tratamiento de aguas residuales utilizan equipos de tipo electromecánico y son de tipo totalmente aerobias, por lo que requieren de habilidades para su operación, constante mantenimiento, y un alto consumo de energía; además de generar gran volumen de lodos, por estos motivos, aunque su adquisición es relativamente económica y ocupan poco espacio, este tipo de plantas de tratamiento de agua son más apropiadas para sitios más urbanizados y no son adecuadas para comunidades urbanas o semiurbanas.

15

Debido a los antecedentes mencionados, se diseñó una planta modular con procesos mixtos, de baja operación, que en el peor escenario, garantiza un tratamiento aceptable, teniendo la ventaja de ser mayormente de tipo anaerobio y con gran capacidad de retención, por lo que se pueden absorber los picos del influente manteniendo la posibilidad de obtener biogás y baja producción de lodos que pueden aprovecharse.

25

Uno de los grandes problemas a resolver es el tratamiento de aguas provenientes de comunidades pequeñas o inclusive de granjas pecuarias pequeñas, ya que en ambos casos descargan el agua al río u otras fuentes de agua sin un tratamiento previo.

30

La patente MX No. 213398 de fecha de expedición 22 de octubre de 2002, fue nuestra primera propuesta para atender el problema.

La solicitud de patente YU/a/2005/000003 de fecha 22 de febrero de 2005 pretende aumentar la eficiencia de los tanques sépticos previamente desarrollados, en donde un menor diámetro a la salida reduce la velocidad del proceso disminuyendo el arrastre de sólidos y de sobrenadantes, mejorando la
5 flotación y decantación, lo que se traduce en una mayor eficiencia del equipo.

En la solicitud de patente MX/a/2009/001621 se incrementó el tamaño del filtro, colocándolo a mayor profundidad, resultando en la colecta de menores sólidos. Se tomó la salida del decantador en la parte superior y se direccionó hacia abajo,
10 mejorando así la función del decantador-desnatador. El filtro se profundizó para incrementar la función anaeróbica y se incorporó un colector a la descarga para airear y eliminar la contaminación anaerobia, mejorando sustancialmente al antecesor.

15 Los equipos diseñados cubren las necesidades de una casa habitación, pero no las necesidades de una pequeña comunidad o zona suburbana, por tal motivo, se hicieron modificaciones en el filtro, se buscó la integración de varios equipos y se mantuvo la característica de que los tanques fueran autolimpiables.

20 **Descripción de figuras:**

La figura 1 es un tanque para criba y la criba ubicada en su interior.

La figura 2, es una vista superior de la criba en forma de canasta

La figura 3 es una vista inferior del distribuidor de influentes

25 La figura 4 es una vista lateral del distribuidor de influentes

La figura 5 representa a un decantador-biorreactor

La figura 6 muestra un corte del filtro anaerobio

La figura 7 muestra una modalidad del filtro aerobio

La figura 8 es un ejemplo de cómo se puede utilizar la planta de tratamiento de
30 agua con humedales artificiales (64) en donde se muestra:

- a) Tanque con criba.
- b) Decantador birreactor.
- c) Un filtro anaerobio.

e) Un humedal artificial (64).

Utilizando el proceso desarrollado en donde se recibe el agua con cierta concentración, pasa por un equipo de tanque con criba, un filtro decantador
5 biorreactor, un primer filtro anaerobio y un humedal (64) para obtener agua con las condiciones adecuadas para medir posición final.

La figura 9 muestra Gráficos de los resultados de los muestreos de agua residual, en una prueba piloto en una granja porcícola se diseño el "Tratamiento Pecuario Intensivo", en la reducción de coliformes fecales en npm/100 ml.

10 La figura 10 muestra la DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, medida en mg/l durante el proceso

La figura 11 muestra el comportamiento de la DQO en mg/l durante el proceso I

La figura 12 muestra el decaimiento de la concentración de fósforo total en mg/l durante el proceso

15 La figura 13 nos permite evaluar la eficiencia del equipo para separar grasas y aceites durante el proceso

La figurar 14 muestra el cambio de concentración nitrógeno total en mg/l durante el proceso

20 La figura 15 muestra la disminución de sólidos suspendidos totales durante el proceso.

La figura 16 muestra como literalmente los sólidos sedimentables prácticamente son eliminados durante el proceso.

El muestreo realizado en septiembre 2010, a 6 meses de puesta en marcha, muestran infiltrados de la calidad del agua a su paso del agua a través de cada
25 uno de los equipos, tomando en cuenta la remoción de cada etapa de tratamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 De acuerdo con las figuras, la presente invención está compuesta de los siguientes elementos:

4

Un tanque (1) en donde se coloca una criba tipo canasta (2) al interior del tanque. El tanque tiene una alimentación de influente (3) en la parte superior y una descarga (4) en la parte inferior de la cara opuesta y es colocado de tal forma que exista un desnivel en el fondo del tanque, estando más bajo el lado opuesto a la alimentación. Dentro del estanque se coloca una criba removible (2) en forma de canasta para eliminar los desechos sólidos que pudieran afectar el funcionamiento de la planta, dicha criba removible (2) tiene forma de canasta y está soportada en los bordes superiores del tanque, cuenta con asas y bisagras (5) para ser retirada o volteada fácilmente junto con la materia atrapada; la criba removible (2) vista de lado, tiene forma de trapezoidal cuyo lado más largo corresponde a la superficie del estanque, siendo su cara principal adyacente a la cara donde se encuentra la alimentación de influente y en la cara opuesta cuenta con un lado ascendente, de tal forma que los sólidos contenidos en la criba no puedan bloquear el paso del líquido hacia la descarga (4) y consecuentemente a los otros equipos de proceso. La canasta ha sido diseñada de tal forma que no toca el fondo del estanque, permitiendo así un mejor flujo.

La planta de tratamiento de agua cuenta con un distribuidor de flujo por gravedad (6) (Fig. 3). El distribuidor de flujo por gravedad (6) es un recipiente cuyo objetivo es distribuir en forma equitativa el flujo hacia otros equipos, para evitar su decantación y desnatación. Su construcción consiste de un cuerpo tipo embudo de fondo cónico o cóncavo por cuyo fondo se alimenta el agua a tratar mediante la tubería de alimentación (7) y hacia una sección superior (8) que es completamente horizontal y en cuya periferia se encuentran distribuidas las salidas al mismo nivel (9) del distribuidor que es completamente horizontal, al igual que los tubos de distribución hacia otros equipos, manteniendo un flujo igual para cada tubo. La parte lateral superior del distribuidor puede variar en forma dependiendo de la aplicación y puede ser circular, octagonal, o cualquier otra forma geométrica regular, de acuerdo al número de equipos hacia los cuales se va a distribuir el flujo, siempre y cuando no se altere la característica del fondo cónico o cóncavo y salida completamente horizontales al mismo nivel. Este equipo cuenta además con una purga (10), para lodos acumulados.

5

El distribuidor (6) alimenta a uno o más equipos decantadores-biorreactores (11) de tipo vertical (fig. 3).

El tratamiento biológico se inicia en equipos anaerobios para lograr una mayor absorción de picos, menor requerimiento energético y menor producción de lodos

5

El decantador – biorreactor (11) es un recipiente que consiste de un cuerpo dividido en varias secciones. La parte superior (12) es un cono truncado o bóveda, siendo la parte truncada o boca del recipiente (19) el lugar adecuado para soportar a un recipiente o filtro (13) y la correspondiente tapa del recipiente (14). El decantador cuenta además en la parte superior con proyecciones (16) en forma de prisma o de arco, adyacentes a la sección cónica o abovedada, estas proyecciones sirven para darle mayor resistencia mecánica al recipiente; la cara vertical de una de las proyecciones se aprovecha para colocar el tubo de alimentación horizontal (15), mientras que en la cara horizontal de otra de las proyecciones se coloca un respiradero o venteo (17). La parte media del recipiente es un cilindro o tronco cilíndrico, mientras que la parte inferior está dividida en dos secciones; una sección en forma de cono invertido truncado o bóveda (18) y una forma cilíndrica de base plana (33) al final del truncamiento del cono. El decantador – biorreactor cuenta con un tubo de alimentación (15), un filtro inverso(13), un respiradero (17), un tubo para extracción de lodos (23) y un ducto de salida (20).

El agua a tratar puede ser alimentada por la parte superior; si la alimentación es lateral, por el ducto de alimentación (15) que es un tubo que consta de dos secciones; la primera sección horizontal se extiende hasta el centro del decantador – biorreactor, cruzando por el filtro y terminando en una “T” en donde uno de los brazos de la “T” llega casi hasta la tapa (14) del decantador, mientras que el otro extremo de la “T” (22) se extiende en forma vertical hacia abajo atravesando el fondo del recipiente o filtro (13), siendo su longitud menor a la longitud de la sección cilíndrica del recipiente.

30

En el interior del decantador y soportado en la boca del decantador se encuentra el recipiente o filtro (13) que es un cuerpo con forma de cono truncado, cerrado en la parte inferior por donde solamente atraviesa la sección vertical (22) del tubo

6

de alimentación (15) para depositar el flujo cerca de la sección cónica inferior del decantador. El recipiente (13) tiene en la parte inferior de la superficie una serie de orificios (21) para permitir la entrada del fluido al recipiente o filtro (13) en forma lateral, localizado en la periferia de la parte superior del filtro; en posición
5 horizontal, opuesto al ducto de alimentación y a una altura inferior al nivel del tubo de alimentación (15), se encuentra el ducto de descarga (20) cuyo diámetro es menor al diámetro del ducto de alimentación(15).

El decantador-biorreactor (11) cuenta también con un ducto inclinado (23) o ducto
10 de mantenimiento que va desde la parte superior del decantador atravesando una de las proyecciones (16) hasta el fondo la sección inferior del decantador. El ducto de mantenimiento (23) cuenta con una tapa (25) en su extremo superior y una derivación horizontal (24) que se encuentra ubicada a una altura inferior a los ductos de alimentación (15) y descarga (20), en donde la derivación atraviesa la
15 pared del decantador (11) y en su extremo libre cuenta con una válvula (26) para permitir la limpieza del sistema; cuenta adicionalmente en la parte superior en una de las proyecciones (16) con un venteo (17) que consiste de un ducto para permitir la salida de gases. A este equipo se le puede colocar un decantador acelerado (27) para acelerar el proceso.

El ducto de descarga (20) alimenta a un filtro anaerobio invertido (28), (Fig. 6) cuya geometría exterior es igual a la del decantador (11), teniendo las mismas secciones superior (29), sección cilíndrica (30), proyecciones triangulares (31), sección cónica inferior (32), y sección cilíndrica inferior (33b) mas no necesariamente la misma capacidad, volumen ni contenido. El filtro anaerobio
25 cuenta con un ducto de alimentación (34) que llega hasta el centro del filtro, la alimentación puede hacerse lateral o desde la parte superior, pero el tubo descansa al centro de la parte inferior, en cuyo extremo tiene una terminación en forma de "T" (35) en donde uno de los brazos de la "T" se extiende casi hasta la
30 tapa (36) del filtro mientras que el otro brazo de la "T" se extiende hacia la parte inferior del filtro atravesando el tanque superior (37) y llegando al interior del tanque inferior (38), El filtro anaerobio (28) cuenta con un tanque (37) en forma de cono truncado invertido soportado por la boca del filtro; dicho tanque es

cerrado en su base y en la parte baja de su periferia tiene una serie de perforaciones (39), adicionalmente el tanque (37) cuenta con un vertedero (40) que conecta con el ducto de salida (41). El filtro también cuenta con un ducto para la extracción de lodos (42) que consiste de un tubo inclinado que va desde el exterior del filtro, atravesando por una de las proyecciones (31) y por el tanque inferior (38) hasta llegar a la sección cilíndrica inferior (33b), en donde el tubo tiene una derivación horizontal (24b) que se encuentra por debajo del ducto de alimentación (34) y por debajo del ducto de descarga (41); dicha derivación atraviesa la pared del filtro y en el extremo cuenta con una válvula de paso (26).
5 Adicionalmente el filtro anaerobio cuenta sobre una de las proyecciones (31) con un venteo (43).
10

Adicionalmente la planta de tratamiento de agua puede incluir otro filtro que a diferencia del primer filtro, el segundo filtro es de tipo aerobio (44). El filtro aerobio es un tanque con geometría similar a los anteriores y está compuesto de las mismas secciones que son tapa (45) sección cónica o cóncava superior (46), proyecciones o abovedadas (47) cuerpo cilíndrico (48), sección cónica inferior (49) y sección cilíndrica inferior (50). El filtro aerobio (44) tiene un ducto de alimentación (51) que consiste de un tubo horizontal que atraviesa la pared del tanque (44) y la pared de un recipiente superior interior (52) hasta a parte central, en donde termina en una derivación "T" (53). Uno de los extremos de la "T" (53) se proyecta hacia arriba, mientras que el otro extremo vierte el líquido dentro del recipiente (52) que funciona como vertedor distribuyendo el líquido mediante una serie de orificios (54) que se encuentran en la periferia inferior de la pared del recipiente. Al material de contacto (55) que se encuentra en el interior del filtro aerobio (44). Al fondo, en el interior del filtro aerobio se encuentra otro recipiente en forma de cono truncado e invertido (56) que tiene tanto en la parte superior de la periferia como en la inferior, una serie de agujeros (57b) para permitir el paso del líquido y de los lodos a su interior, más no así el paso del material de contacto (55). El filtro puede contar con un aireador de burbujas (58) alimentado a través de una red de tuberías mediante un soplador (no mostrado). El agua tratada se extrae mediante un ducto (59) con una bomba o por diferencia de nivel desde el recipiente inferior (56). El ducto (59) tiene también un par de juntas con comienzo
15
20
25
30

8

en el último sector. Colocado en posición inclinada y cuenta con una derivación horizontal (63) El ducto (59) tiene también ubicada en la mitad superior del cuerpo cilíndrico del filtro aerobio en una posición más baja que el recipiente superior (52). El filtro aerobio (44) cuenta con un ducto para extracción de lodos (60) que
5 consiste de un tubo colocado en posición inclinada que se extiende desde una de las proyecciones (47) hasta la sección inferior (49); el ducto cuenta una válvula de paso (61); la derivación horizontal (62) se encuentra en una posición por debajo de la altura de la salida del líquido tratado y por debajo del ducto de alimentación. Al final de sistema de tratamiento, el agua tratada es enviada a un
10 post tratamiento del tipo humedal artificial (64) o un pozo de absorción, o campo de absorción o un cuerpo receptor.

Forma de operación del sistema de tratamiento de agua.

15

La, o las descargas de aguas residuales son enviadas mediante un ducto (3) a un tanque (1) que cuenta con una criba (2) como se describió la criba que tiene forma de canasta, en donde la una parte del fondo de la criba toca la superficie del estanque, mientras que la otra parte se alza formando un plano inclinado en
20 dirección al tubo de descarga (4), permitiendo el paso del líquido y a su vez manteniendo libre de obstrucción la descarga del líquido (4) que se encuentra en el fondo del estanque (1) y en ubicación opuesta a la alimentación del estanque (3); una vez que se han removido los sólidos grandes del agua, pasa al distribuidor de flujo (6), como antes se describió, de donde es distribuido
25 equitativamente mediante tuberías de igual sección transversal o de igual diámetro, a diferentes equipos decantadores-biorreactores. El líquido posteriormente llega a un decantador-biorreactor de tipo vertical (11) para procesar la mezcla (agua más contaminante). El ducto de alimentación (15) atraviesa la pared del equipo y la pared de un recipiente (13) que está soportado
30 en la boca del decantador-biorreactor, hasta llegar al centro, del equipo, en donde el tubo de alimentación (15) tiene una "T" en donde uno de los brazos de la "T" se dirige hacia arriba hasta llegar a la tapa (14) y el otro brazo se extiende hacia la parte inferior del decantador- biorreactor (11) atravesando el fondo del

recipiente (13) sin llegar a la sección cónica inferior, por donde descarga. La geometría del decantador-biorreactor (11) permite que el fluido ingrese hasta el del equipo dirigiendo el flujo hacia el la sección cónica del fondo (18). La sección inferior cónica favorece la recolección de lodos ya que funciona por gravedad, manteniendo los concentrados y los lodos en la sección cilíndrica inferior (33) que actúa como un recolector. Conforme el decantador-biorreactor se va llenando, el fluido asciende hasta llegar al recipiente (13) al cual ingresa por medio de los orificios (21) localizados perimetralmente en la zona inferior de la pared del recipiente (13) hasta llegar al ducto de descarga (22) de extracción de lodos digeridos, o el exceso de lodos, de donde serán enviados a la siguiente etapa. Por otro lado, en caso de requerir mantenimiento, se abre la válvula (26) de extracción de lodos en exceso localizada en el extremo de la derivación (24) del ducto para descarga de lodos (23). Aprovechando de esta forma la presión de la columna hidrostática en el decantador biorreactor (11) para desplazar los lodos acumulados a través del ducto de descarga de lodos; opcionalmente y en caso de que la presión no fuera suficiente, la limpieza se puede realizar utilizando medios mecánicos por la parte superior del ducto (23) que, sirve para desazolve del tubo en caso de obstrucción, quitando previamente la tapa (25). El decantador – biorreactor cuenta con un venteo (17) que le permite liberar los gases producto de la descomposición. En este mismo equipo se puede colocar un decantador acelerado (27) para mejorar el proceso.

El tubo de descarga del decantador-biorreactor conecta con la tubería de alimentación (34) del filtro anaerobio (28), que anteriormente se describió, a donde el agua ingresa por la parte superior del filtro anaerobio (28) a través del ducto (34) que traslada al agua al centro hasta donde se encuentra una "T" (35) en donde uno de los extremos de la "T" se dirige hacia arriba hasta la tapa (36) del filtro anaerobio, mientras que el otro brazo de la "T" (35) se dirige hacia el fondo del filtro anaerobio (28), atravesando el tanque superior (37), descargando el fluido cerca de la sección cónica inferior (32), en el interior del tanque inferior (38), abandonando el tanque inferior (38) por medio de las perforaciones perimetrales (39) ubicadas en el borde superior (38). El líquido atraviesa las perforaciones superiores y asciende por diferencia de densidad hasta el tanque

superior (37), e ingresa en el mismo a través de una serie de orificios (39) localizadas perimetralmente en el borde inferior del tanque superior (37); continuando su ascenso hasta llegar al vertedero (40) que consiste de un ducto abierto en la parte superior, de tal forma que el agua se derrama en su interior
5 antes de abandonar el filtro anaerobio (28) por el ducto de salida (41), siendo el vertedero de gran relevancia debido a que permite la primera aireación del agua en proceso de tratamiento. Las perforaciones en el tanque inferior en el fondo sirven para la colecta y movimiento de lodos.

El filtro anaerobio invertido (28) es de forma cónica o cóncava en el fondo, rematado con una forma cilíndrica (33b) para facilitar la acumulación de lodos por
10 gravedad, permitiendo también la biorreacción o bioretroalimentación al poner en contacto la materia nueva con la biomasa acumulada, concentrando lo más denso en el fondo; es importante mencionar que el diámetro de los orificios (39) es lo suficientemente pequeño para impedir el ingreso del material filtrante.

Adicionalmente, el filtro anaerobio invertido (28) cuenta con un sistema de extracción de lodos o ducto de limpieza (42) que consiste de un tubo inclinado que llega hasta el fondo del filtro anaerobio invertido (28); el ducto de limpieza (42) tiene una derivación horizontal (24b) por donde se pueden extraer los lodos
20 mediante la apertura de una válvula de paso (26b) colocada en el extremo libre de la derivación horizontal aprovechando el peso de la columna hidrostática y la posición de la derivación horizontal del ducto de limpieza que se encuentra por debajo de la altura del ducto de alimentación (34) y por debajo del ducto de descarga (41), de tal forma que el líquido en el filtro anaerobio invertido (28) ejerce una presión que favorece la salida de los lodos por la derivación horizontal del ducto de limpieza (42). Otra opción es hacer uso de medios mecánicos, por
25 ejemplo, conectando o introduciendo una manguera en el ducto de limpieza (42) que alimenta a una bomba o a un equipo de vacío.

La última etapa para el tratamiento de agua, consiste en un filtro aerobio (44), que
30 anteriormente se describió, que al igual que los equipos anteriores consiste de un contenedor de fondo cónico (50) a donde el agua entra a través de un ducto de alimentación (51) hasta el centro del filtro en donde tiene una derivación "T" cuyo

brazo superior está orientado hacia la tapa (45) del filtro aerobio (44) atravesando el tanque superior (52) en donde vierte el líquido; El tanque superior (52) tiene la función de ser un vertedero, recibe la alimentación y distribuye el agua en el interior del filtro a través de los orificios (54) que se encuentran distribuidos perimetralmente en la sección inferior del tanque superior (52), produciendo una primera aireación para el agua al interior del filtro aerobio (44). El agua cae y asciende hasta el nivel determinado por la altura del ducto de salida (59), mismo que se encuentra colocado a una altura inferior y en posición opuesta al ducto de alimentación (51), y a una altura mayor que la altura de la derivación lateral del ducto de limpieza (62). El agua cae y baja a través del material de contacto (55). El filtro anaerobio (44) el cual puede ser alimentado desde la parte inferior con un aireador de burbujas (58) alimentado por un soplador (no mostrado) a través de una red de tuberías para distribuir el aire en toda la superficie transversal, logrando un flujo a contracorriente para lograr mejor absorción.

El agua tratada ingresa al tanque inferior a través de los orificios (57) y (57b) ubicados tanto en la parte superior como en la parte inferior de la pared del tanque inferior (56); es importante mencionar que el diámetro de los orificios es lo suficientemente pequeño para evitar que el material de filtrado (55) ingrese por los orificios, pero que evita obstrucción. El material sólido que logre ingresar al tanque inferior (56) se trasladará al fondo del tanque inferior (56) y caerá por gravedad al fondo del filtro aerobio (44) depositándose en la sección cilíndrica inferior (50) de donde podrá ser retirado mediante el ducto de mantenimiento (60) o por bombeo; de igual forma que en los equipos anteriormente descritos. La salida del filtro aerobio (44) es mediante un ducto de salida (59), el cual toma el agua tratada desde la parte superior del tanque inferior (56) para evitar arrastrar sólidos. Nuevamente este proceso se favorece de la columna hidrostática y la fuerza de gravedad para realizar el trabajo de trasladar al agua tratada desde el interior del tanque inferior (57) hacia el exterior del filtro aerobio (44). Adicionalmente, el ducto de salida (59) y el ducto de mantenimiento (60) cuentan con una derivación que se extiende de forma inclinada hasta el exterior del filtro aerobio (44) para permitir –en caso necesario– la extracción del agua tratada por medios mecánicos.

12

En vez del filtro aerobio, o adicional, puede utilizarse un humedal artificial como se aprecia en la figura 8.

Adicionalmente la planta para tratamiento puede tener un tanque para contacto de desinfectante o material adicionado, o un sistema de desinfección de cualquier tipo (por ejemplo luz UV).

La secuencia de la planta de tratamiento no necesariamente es uno a uno, siendo posible dividir el flujo hacia 5 decantadores biorreactores (11) y juntar el efluente de estos para alimentar dos filtros anaerobios (28) y posteriormente alimentar a uno o varios filtros aerobios (44) o varios según la calidad del influente y la calidad requerida del efluente. Es decir, la planta de tratamiento puede ser en serie o en paralelo, combinando las etapas según sea necesario.

Los resultados experimentales que soportan a la presente invención se exponen a continuación:

Se han hecho pruebas en una granja porcícola teniendo los resultados siguientes:

SISTEMA COMPLETO				
Análisis del sistema completo	Unidad	Promedio de Entrada	Promedio de salida	% de Reducción
DBO	mg/l	4093.4	141.5	96.5
DQO	mg/l	11025.2	611.7	94.5
Fósforo total	mg/l	424.5	18.5	95.7
Grasas y aceites	mg/l	949.9	15.2	98.4
Nitrógeno Total	mg/l	1472.4	340.6	76.9
Sólidos suspendidos totales	mg/l	12958.5	44.3	99.7
Sólidos sedimentables	mg/l	221.4	0.03	99.9

13

Cómo puede observarse, Los resultados obtenidos indican que se han eliminado en las aguas residuales cerca del 100% de coliformes fecales ,95.7% del fósforo total y 99% de grasas y aceites. El nitrógeno total redujo en un 76%, pero lo más relevante es la reducción prácticamente el 100% de los sólidos

5

Para dar mayor soporte al trabajo realizado se contrataron los servicios de un laboratorio, acreditado por la EMA y se obtuvieron los siguientes resultados:

10

Tipo de muestra: Agua residual muestra simple
 identificación de la muestra M1 = descarga antes del tratamiento

15

20

Parámetro	Resultados	Incertidumbre	Unidades
	M1	k=2	
Coliformes Fecales	240 x 10 ⁵	NA	NMP/100 ml
Demanda bioquímica de oxígeno	3879.69	9.68	mg/l
Demanda química de oxígeno	5955.26	5.03	mg/l
Fóforo total	55.94	0.46	mg/l
Grasas y aceites	247.14	1.22	mg/l
Nitrógeno total	1090.44	29.03	mg/l
Sólidos suspendidos totales	1425.74	6.8	mg/l
Sólidos sedimentables	15	NA	mg/l
pH	7.82	0.01	Unidades
Temperatura	32	0.2	C

25

NOTA: El valor a adicionar o sustraer de los resultados dados se define como incertidumbre y representa la dispersión de los resultados, dicha incertidumbre fue calculada con un factor de cobertura k=2 y un nivel de confianza del 95%

30

La tabla muestra la salida del efluente después del tratamiento en la planta modular de aguas residuales.

5

Tipo de muestra:		Agua residual muestra simple	
Identificación de la muestra		M1 = salida a riego	
Parámetro	Resultados	Incertidumbre	Unidades
	M1	k=2	
Coliformes Fecales	279000	NA	NMP/100 ml
Demanda bioquímica de oxígeno	141.5	9.68	mg/l
Demanda química de oxígeno	611.7	5.03	mg/l
Fóforo total	18.5	0.46	mg/l
Grasas y aceites	15.2	1.22	mg/l
Nitrógeno total	340.6	29.03	mg/l
Sólidos suspendidos totales	44.3	6.8	mg/l
Sólidos sedimentables	0.03	NA	mg/l

NOTA: El valor a adicionar o sustraer de los resultados dados se define como incertidumbre y representa la dispersión de los resultados, dicha incertidumbre fue calculada con un factor de cobertura k=2 y un nivel de confianza del 95%

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

1. Uná planta para tratamiento de aguas residuales de que cuenta con:

5

a) un tanque para separación de sólidos con alimentación superior y descarga inferior en posición opuesta a la alimentación, o lateral a la alimentación con una criba removible para ser colocada en un tanque de separación de sólidos.

10

b) un equipo distribuidor de flujo con fondo cónico o abovedado, con alimentación desde el fondo del cono y purga de lodos en el fondo cónico, que cuenta con una salida en la superficie horizontal al mismo nivel, y distribución uniforme y equitativa de fluido hacia dos o mas equipos, **caracterizado** por que es una planta modular que tiene al menos uno de cada uno de los siguientes equipos

15

- Un decantador – biorreactor anaerobio vertical que cuenta con un cuerpo cilíndrico cónico superior o inferior o abovedado y tiene un tanque interior soportado en la boca del decantador biorreactor que tiene múltiples perforaciones perimetrales ubicadas en forma regular en la parte baja de la pared del tanque interior para permitir el paso del líquido desde el cuerpo del decantador biorreactor hasta llegar al ducto de salida ubicado a menor altura con respecto al ducto de alimentación y que cuenta con sistema de auto limpieza de lodos por gravedad. En donde el diámetro de alimentación es mayor al diámetro de descarga

20

- Un filtro anaerobio vertical inverso que cuenta en su interior con tanques multi perforados para el paso del líquido, retención del material filtrante y separación de lodos, mismo que además cuenta con sistema de auto limpieza de lodos por gravedad, en donde la extracción de líquido se realiza en la parte superior del tanque perforado por medio de un decantador en conexión con el ducto de salida del equipo,

25

30

- Un filtro aerobio con flujo a contracorriente tipo torre de absorción que cuenta con un sistema de distribución central, sistema de extracción de lodos aprovechando la columna hidrostática, un equipo de aireación y

empaques colocados en forma aleatoria para mayor superficie de contacto; en donde la cara interna de la pared de todos los tanques es una pared rugosa que incrementa la superficie de contacto

- Y opcionalmente equipo para desinfección.

5

2. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 1, caracterizado por que puede contar con más de uno de los siguientes equipos

- a) Criba.
- 10 b) Distribuidor.
- c) Decantador.
- d) Filtro anaerobio vertical
- e) Filtro aerobio.

15

En función de la calidad y cantidad de líquido a la entrada y a los requerimientos de la de calidad de agua a la salida del proceso.

3. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 2, en donde se cuenta con más de uno de los siguientes equipos

20

- a) Criba.
- b) Distribuidor
- c) decantador – biorreactor y
- d) filtro anaerobio
- e) Tratamiento aerobio como humedal artificial

25

4. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 2, en donde el arreglo de los módulos de decantación-biorreactor y filtro anaerobio están dispuestos en paralelo y convergen en una misma salida al final del proceso.

30

5. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 2, en donde el arreglo de los módulos de decantación-biorreactor y filtro anaerobio están dispuestos en serie y convergen en una misma salida al final del proceso.

6. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 3 que cuenta con equipo electromecánico para acelerar el proceso de limpieza de lodos
- 5 7. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 1, en donde adicionalmente la planta de tratamiento cuenta con un filtro aerobio de lecho empacado con alimentación de aire.
- 10 8. Una planta modular para tratamiento de aguas residuales como el que se reclamó en la reivindicación 1, en donde adicionalmente la planta de tratamiento cuenta con un filtro aerobio de lecho empacado con alimentación de aire; en donde la descarga de las aguas tratadas sirven para alimentar un humedal artificial.
- 15 9. Un proceso para tratamiento de aguas residuales en donde se tienen las etapas de decantación y reacción primaria y filtración anaerobia mediante los equipos descritos en la reivindicación 1.
10. Un proceso para tratamiento de aguas residuales en donde el proceso cuenta con las etapas de decantación y reacción primaria, filtración anaerobia y filtración aerobia mediante los equipos descritos en las reivindicaciones 1 y 7.
- 20 11. Una planta de tratamiento de agua como se reivindicó en alguna de las cláusulas anteriores, en donde la remoción de lodos y de coliformes es cercana al 100%.

1/11

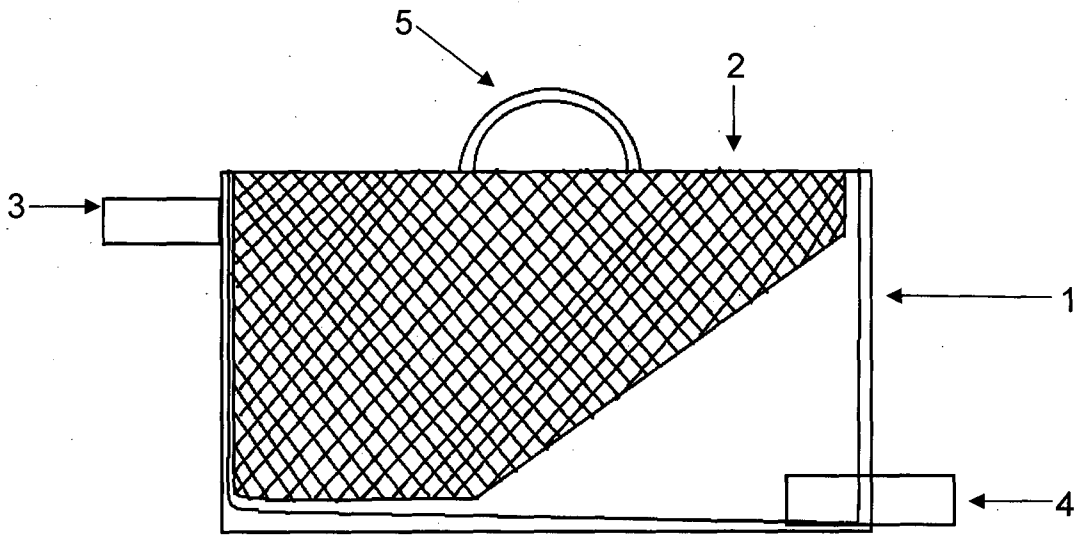


FIGURA 1

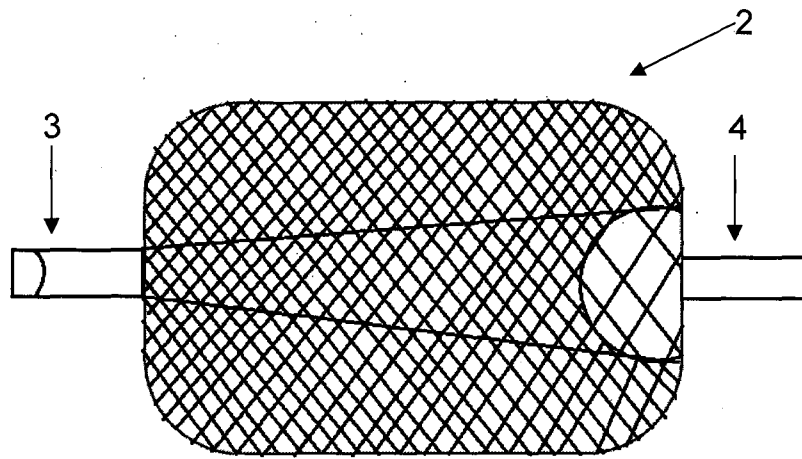


FIGURA 2

2/11

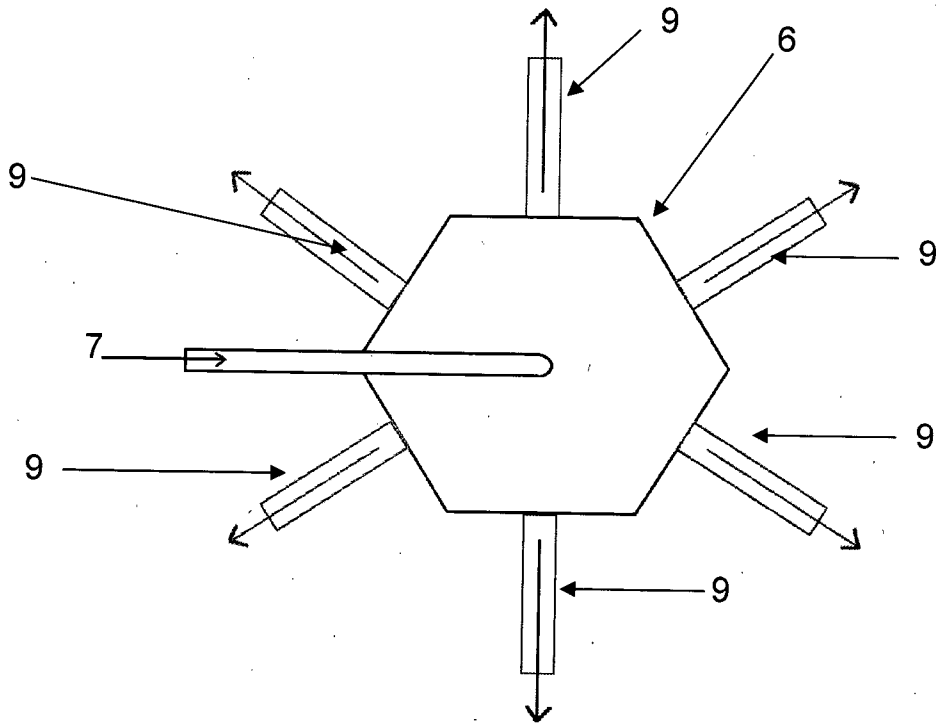


FIGURA 3

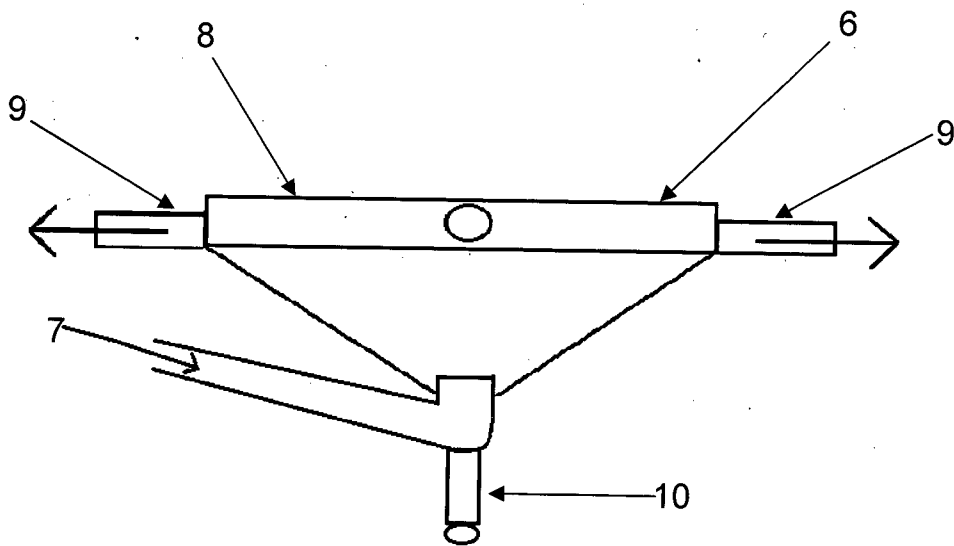


FIGURA 4

3/11

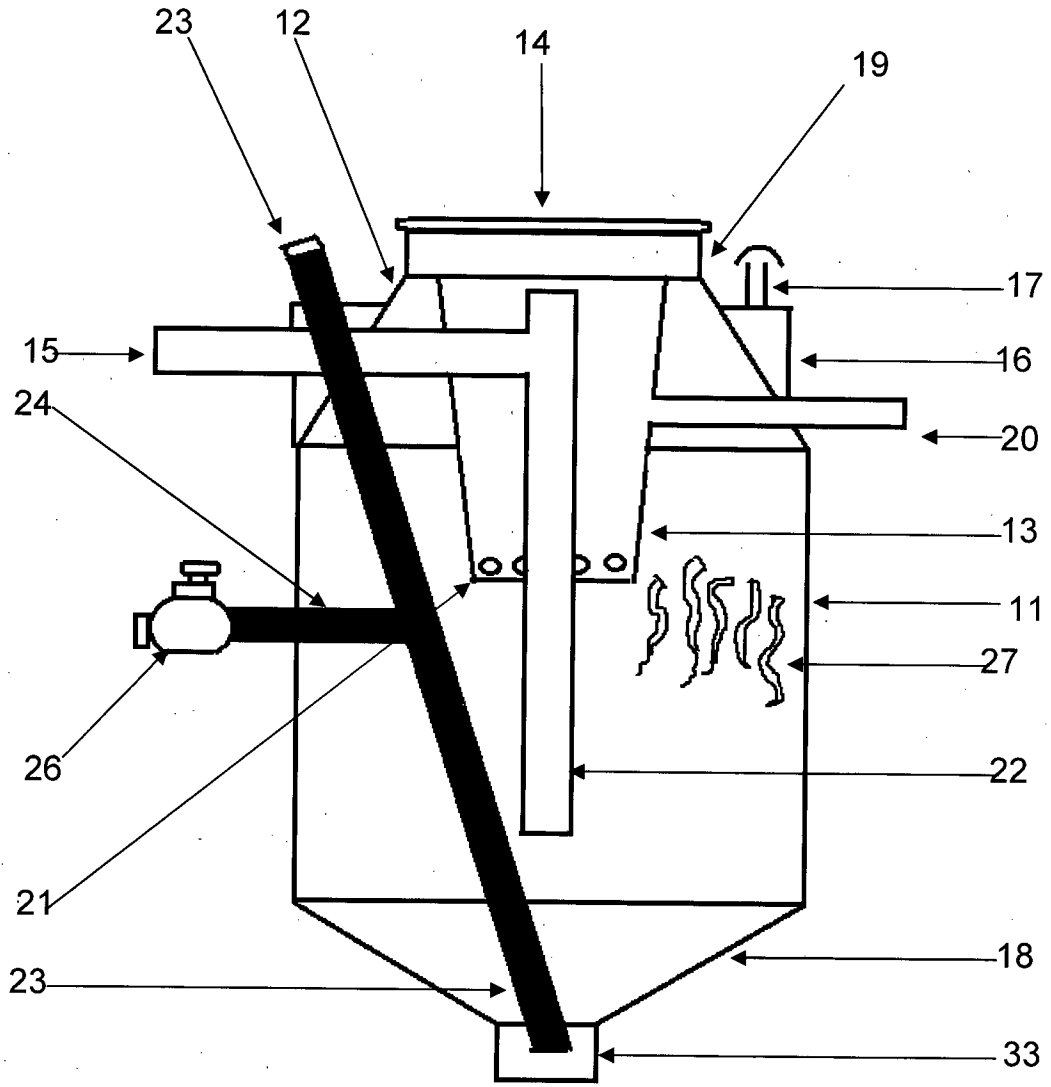


FIGURA 5

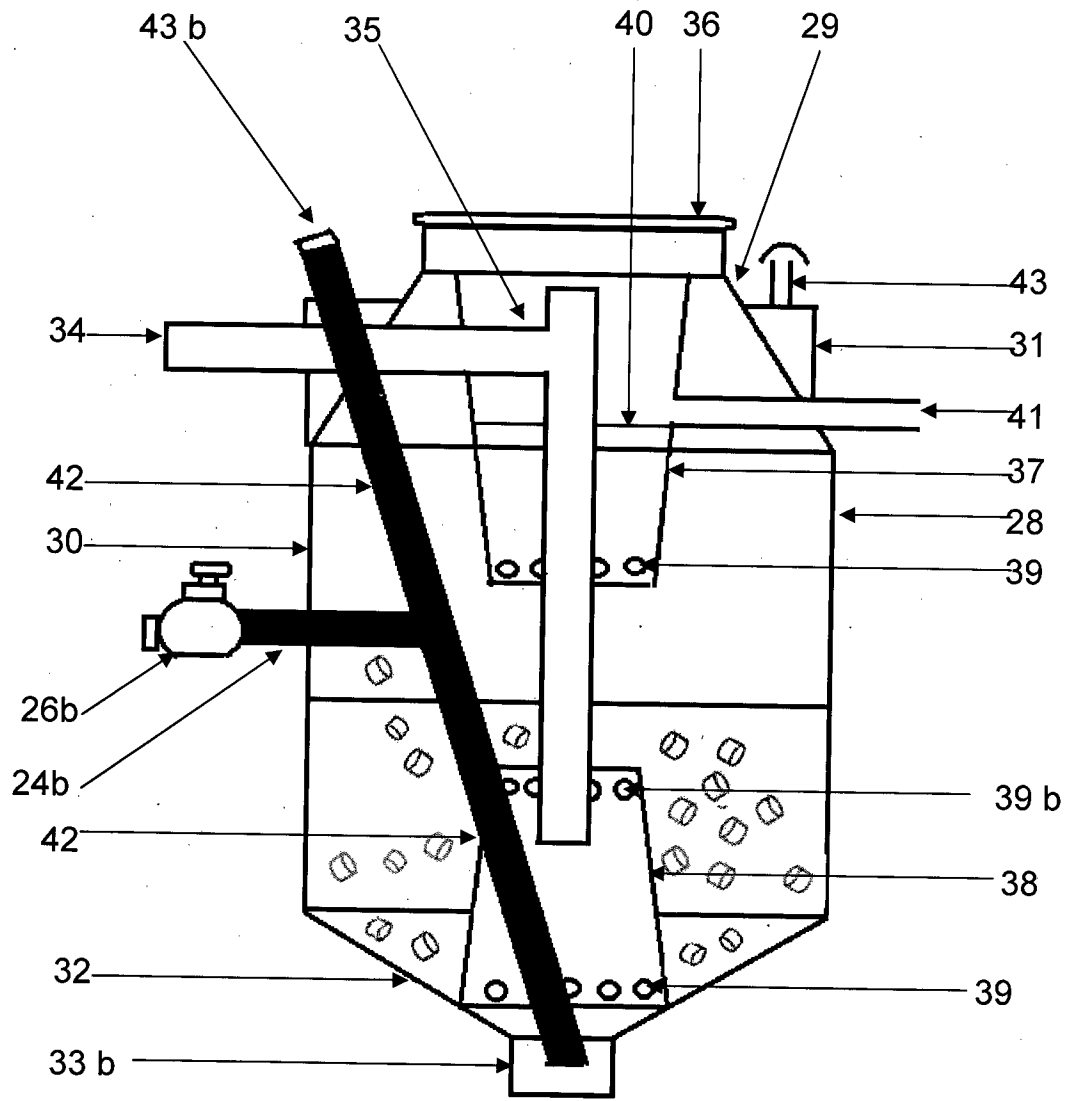


FIGURA 6

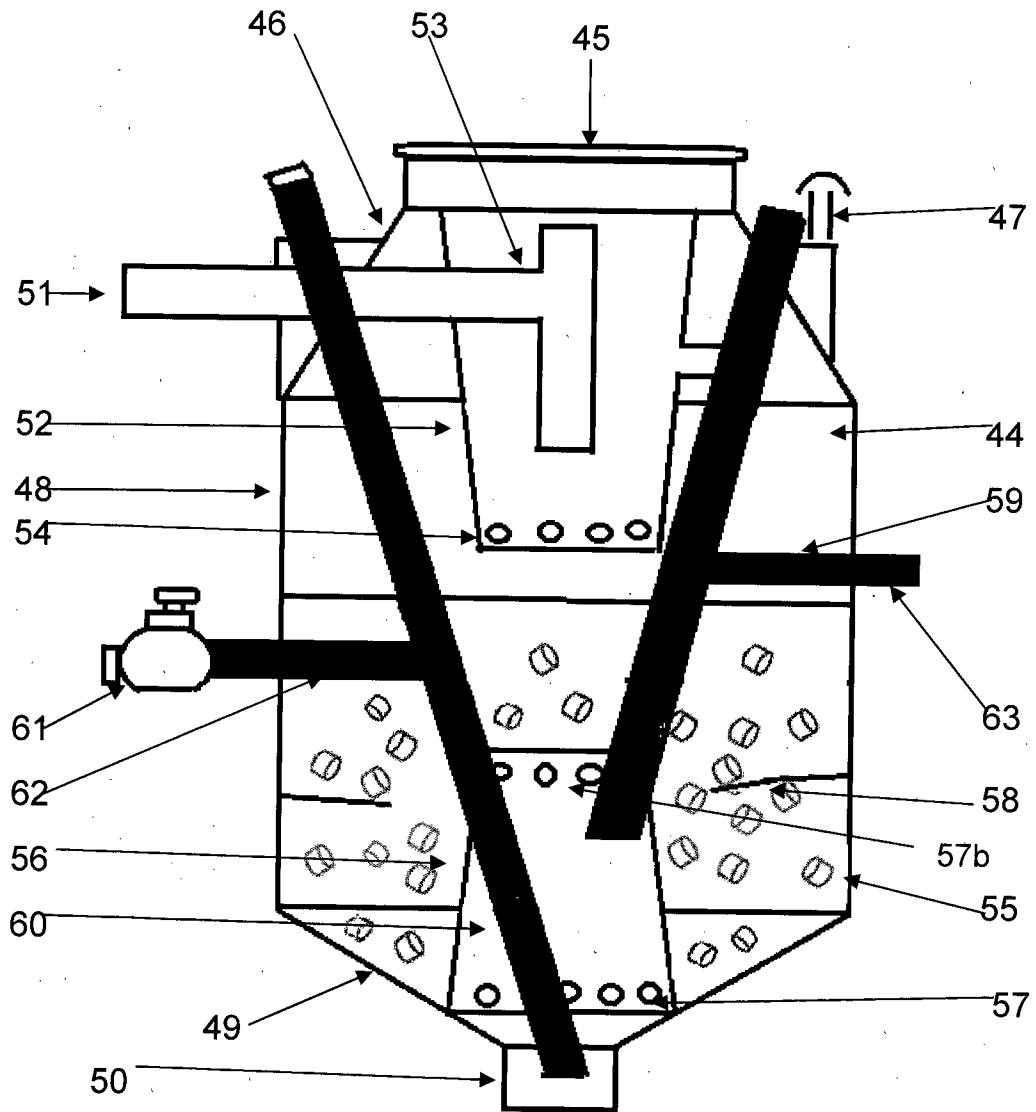


FIGURA 7

6/11

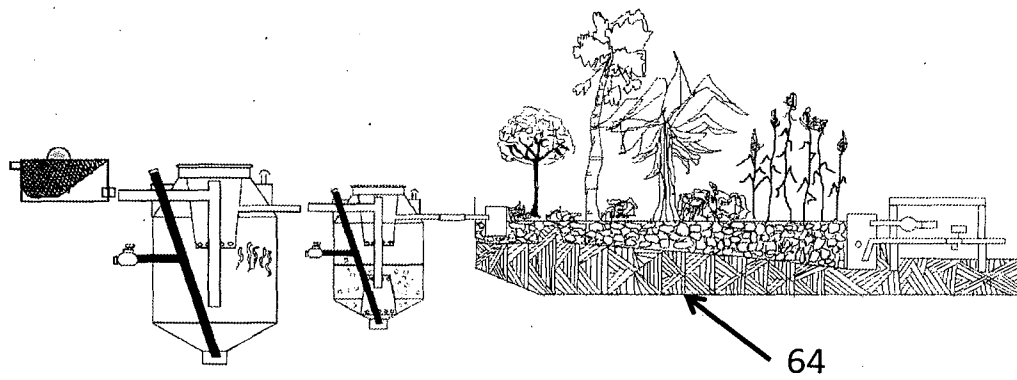


FIGURA 8

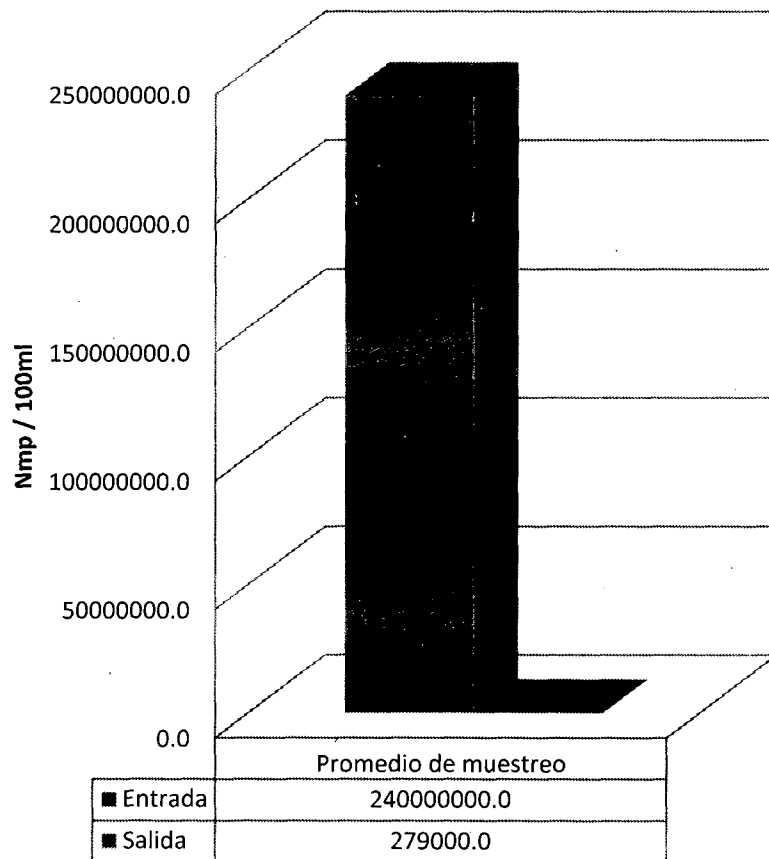


FIGURA 9

7/11

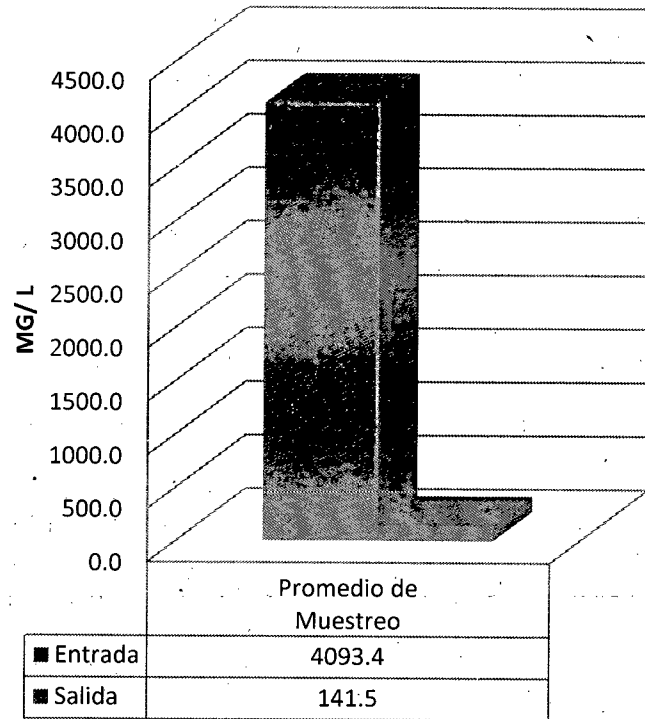


FIGURA 10

8/11

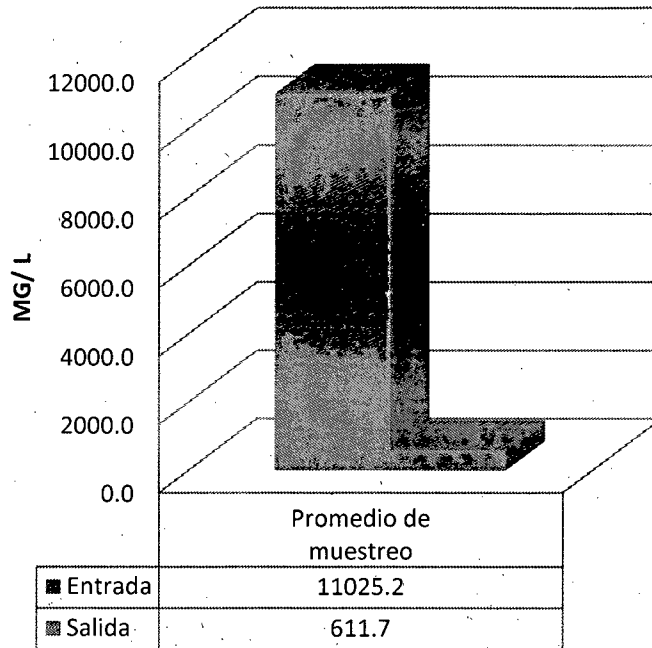
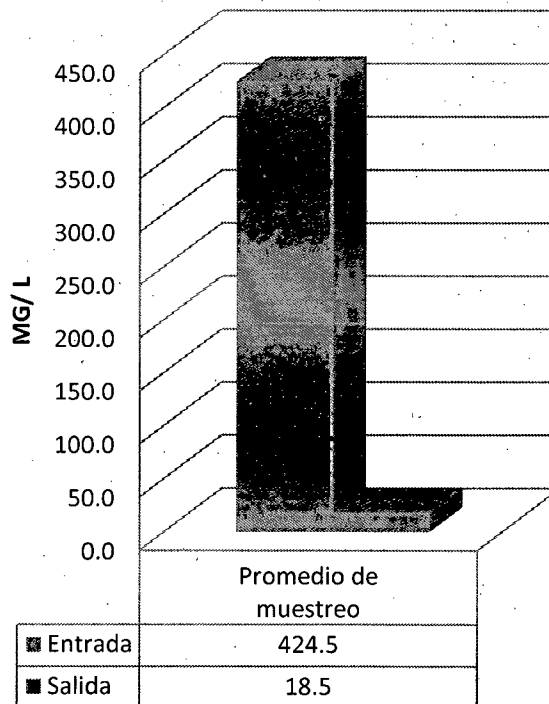


FIGURA 11



9/11

FIGURA 12

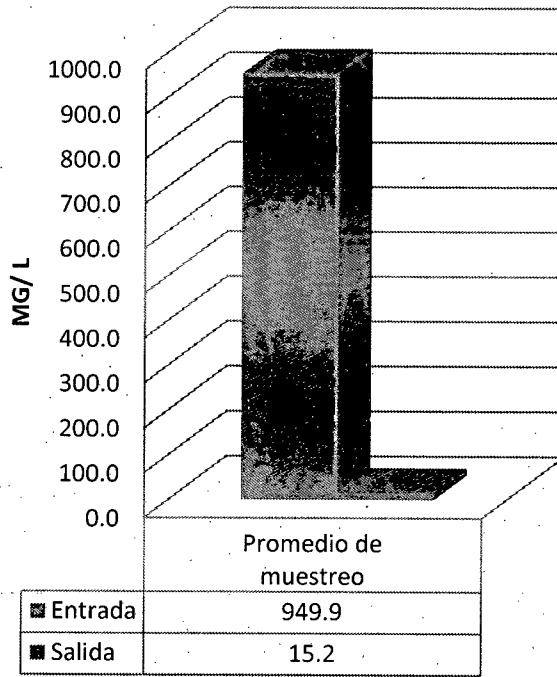


FIGURA 13

10/11

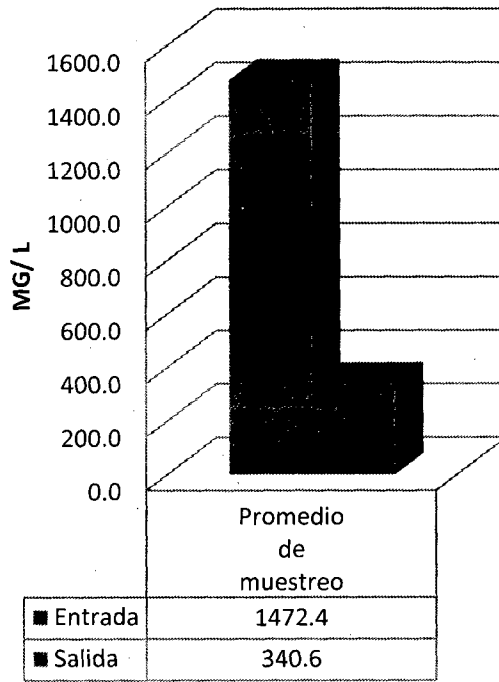


FIGURA 14

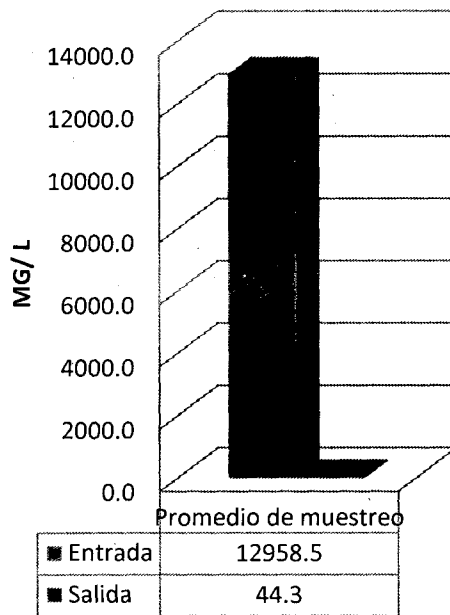


FIGURA 15

11/11

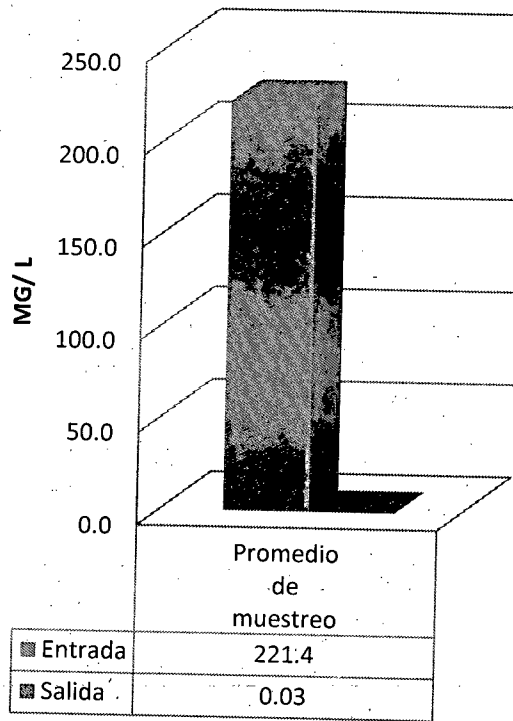


FIGURA 16.