



(11) **MX 2014001695 A**

(12)

SOLICITUD de PATENTE

(43) Fecha de publicación: **12/08/2015** (51) Int. Cl: **C02F103/20** (2006.01)
C02F103/22 (2006.01)
(22) Fecha de presentación: **12/02/2014**
(21) Número de solicitud: **2014001695** **C02F 3/28** (2006.01)
C02F 3/34 (2006.01)

(71) Solicitante:
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.
Parque Tecnológico Querétaro 76703 PEDRO
ESCOBEDO Querétaro MX**

(72) Inventor(es):
**ADRIÁN RODRÍGUEZ GARCIA
Parque Tecnológico Querétaro PEDRO ESCOBEDO
Querétaro 76703 MX
JESÚS CÁRDENAS MIJANGOS
LETICIA MONTOYA HERRERA
JOSÉ ALFREDO RAMÍREZ GUERRERO**

(74) Representante:
**CLAUDIA RÍOS ÁLVAREZ
Camino a los Olvera CORREGIDORA Querétaro 76904
MX**

(54) Título: **SISTEMA Y PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN RASTROS, CASAS DE MATANZA Y SIMILARES.**

(54) Title: **SYSTEM AND PROCESS FOR TREATING WASTEWATER GENERATED IN SLAUGHTERHOUSES AND THE LIKE.**

(57) Resumen

La presente invención se relaciona con la integración de un sistema y proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares, considerando la mejora del reactor anaerobio dúplex para tratamiento de aguas residuales de agroindustrias, y que se enfoca en el tratamiento biológico y elimina el uso de agentes químicos para precipitar, coagular o flocular los contaminantes, favoreciendo de esta manera la generación de residuos sólidos reutilizables como fertilizantes y la calidad del agua tratada. Asimismo, reduce los procesos de filtración y bombeo, lo que se traduce en un bajo consumo energético para la operación del sistema propuesto. Con todas estas características, la eficiencia del proceso es mayor al 75% medido como Demanda Química de Oxígeno, de 80% medido como Nitrógeno total y de 80% medido como Fósforo Total, Esta invención se refiere a un reactor anaerobio híbrido que consta de dos secciones, lecho fijo y lecho fluidizado inverso, para realizar el proceso de eliminación de la materia orgánica presente en diversos tipos de efluentes industriales y de agroindustriales. El objeto de esta invención es lograr altas eficiencias de remoción de la materia orgánica en un solo reactor que consta de dos secciones, teniendo la ventaja de que la sección de lecho fijo logra una distribución hacia la sección de lecho fluidizado inverso la cual se expande de manera uniforme evitando canalizaciones del flujo y aumentando el contacto del sustrato con los microorganismos, además de ayudar a remover una fracción de la materia orgánica en el agua residual a tratar, pudiendo especializarse esta sección en la eliminación de compuestos inhibidores de la metanogénesis, llevando al ahorro de espacio, energía y tiempo de tratamiento de los diversos efluentes industriales que se pueden tratar en este reactor y obteniendo un biogás rico en metano como producto final.

(57) Abstract

The present invention is related to the integration of a system and process for treating wastewater generated in slaughterhouses and the like, considering the improvement in the duplex anaerobic reactor for treating agro-industrial wastewaters, which is focused on the biological treatment and removes the use of chemical agents for precipitating,

coagulating or flocculating the pollutants, favoring in this manner the generation of solid residues reused as fertilizers and improving the quality of the treated water. In addition, the invention reduces the filtration and pumping processes, which results in low power consumption for the operation of the proposed system. With all these characteristics, the efficiency of the process is higher than 75% measured as Oxygen Chemical Demand, 80% measured as total Nitrogen and 80% measured as Total Phosphorous. The present invention refers to a hybrid anaerobic reactor, which has two sections, a fixed bed and an inverse fluidized bed, for carrying out a process intended to remove the organic matter that is present in different types of industrial and agro-industrial effluents. The purpose of the invention is to remove, in an efficient manner, the organic matter in a single reactor with two sections, which is advantageous in that the fixed bed section may distribute the flow towards the inverse fluidized bed section, which is expanded in a uniform manner for avoiding the channeling of the flow and increasing the substrate-microorganism contact, also removing a fraction of the organic matter in the wastewater to be treated, this section being specialized in removing methanogenesis-inhibiting compounds, thus saving space, power and time in the treatment of different industrial effluents which may be treated with this reactor, also obtaining methane-reach biogas as a final product.

SISTEMA Y PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN RASTROS, CASAS DE MATANZA Y SIMILARES

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con los sistemas de tratamiento de aguas residuales generadas en los rastros, casas de matanza y similares que comprende el uso de Reactores de Flujo Ascendente.

De manera más específica, se relaciona con las mejoras realizadas a un Reactor anaerobio dúplex para el tratamiento de aguas residuales de agroindustrias y su acoplamiento en un sistema integral de tratamiento de aguas residuales generadas en los rastros, casas de matanza y similares.

15 OBJETIVOS DE LA INVENCION

El primer objetivo de la presente invención es proveer un sistema integral y proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares que elimine el uso de agentes químicos para el tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares para favorecer el aprovechamiento de los lodos generados en el sistema y que cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

El segundo objetivo de la presente invención es resolver el taponamiento que se presenta en los Distribuidores Internos del Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente.

Adicionalmente, otro objetivo de la presente invención es reducir el consumo energético del tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares, al prescindir de la gran mayoría de los procesos de filtración y bombeo.

5

ANTECEDENTES

La ganadería es una actividad del sector primario que se refiere a la crianza y explotación de animales (cerdos, vacas, borregos, etc.) para obtener el mayor provecho de estos. En México, esta actividad es una de las más importantes del sector agropecuario, representando el 3.2 % del PIB (INEGI, 2009a). La producción de carne en condiciones sanitarias adecuadas es una necesidad colectiva de suma importancia. La industria encargada de satisfacer dicha necesidad en nuestro país es conocida como rastro. Un rastro, casa de matanza o similar es todo aquel establecimiento donde se lleva a cabo el sacrificio y faenado de animales para abasto (NOM-194-SSA1-2004). En los Rastros, además de los productos principales mencionados anteriormente, diversos residuos sólidos y líquidos son generados como vísceras, pelo, pezuñas, cuernos, carne rechazada, contenido ruminal e intestinal, sangre y el agua de lavado. Estos residuos por su naturaleza son considerados de manejo especial, que son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como residuos peligrosos pero tampoco son considerados como residuos sólidos urbanos según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2007). La cantidad y composición de los residuos líquidos y sólidos generados en los procesos de sacrificio dependen del tipo de animal que se sacrifique, de los métodos de sacrificio y del tipo de equipo utilizado. El manejo y la disposición de los residuos del sacrificio de los animales generalmente se han llevado a cabo de manera inadecuada, ya que los líquidos como la sangre y el agua de lavado son vertidos directamente en el drenaje y a los cuerpos de agua alcanzando concentraciones

mayores a los 30,000 mg/L de Demanda Química de Oxígeno (DQO) provocando graves problemas como la eutrofización, mientras que los residuos sólidos son llevados a rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto, los cuales no cuentan con las medidas necesarias para captar lixiviados, ni los gases de efecto invernadero (GEI) producidos en la descomposición de la materia orgánica, además de las consecuencias directas e indirectas en la salud humana.

A principios del año 2000, en el CIDETEQ se inició un proyecto para la conformación de un sistema de tratamiento de aguas con altas cargas orgánicas, enfocado particularmente al tratamiento de aguas residuales provenientes de rastros, casas de matanza y similares; ya que actualmente no existe una solución específica para estos casos, que no utilice agentes químicos, y cuyo consumo de energía sea mínimo, ya que actualmente, los procesos conocidos para tratamiento de aguas de rastros, casas de matanza y similares proponen sistemas que describen:

- a) tratamientos físico químicos, es decir, adicionan floculantes o coagulantes
- b) Uno o más proceso que consuma energía tales como electrocoagulación, electrofloculación, incineración, evaporación, refrigeración o ultrafiltración
- c) procesos aislados (no integrados) para tratamiento de altas cargas orgánicas.

Existen datos sobre algunos procesos de tratamiento de altas cargas orgánicas como en los referidos en los documentos de patente No. US20050011829 y WO2005026052 que se enfocan sólo en la degradación de la materia orgánica mediante reactores anaerobios, que a diferencia de la presente invención, señala integra el proceso para el tratamiento del hierro, nitrógeno y fósforo provenientes de las proteínas de la sangre.

Se encuentra referencias focalizadas para el tratamiento de aguas generadas en el proceso de producción de leche, como se cita en los documentos de patente No. KR1020100089985, ES2208108, KR1020120061044, KR1020020022753, JP2000117288, EP0765292, WO1995033691, CN1884129, KR100916154,

JP11188205 y US20040031765; cuyo tratamiento se orienta sobre la separación de las proteínas y grasas. Para el caso particular de los rastros, casas de matanza y similares, la composición de las aguas para tratamiento integra adicionalmente gran cantidad de sólidos en sus diversas formas como sedimentables, suspendidos, 5
totales, fijos y volátiles; adicionalmente, estos efluentes tienen un alto contenido de grasas y aceites derivadas de diferentes tejidos, por lo que presentan una heterogeneidad que no podría tratarse de manera uniforme como se realiza en el caso de las grasas de la leche.

En el caso del tratamiento de aguas de altas cargas orgánicas, son ampliamente 10
conocidos los procesos de floculación-coagulación, los cuales se llevan a cabo mediante la adición de agentes químicos que favorecen dichas reacciones. La consecuencia de este tipo de tratamiento es la alta generación de lodos derivado de la suma de los sólidos contenidos en el propio efluente más los adicionados como agentes químicos; y la necesidad de su posterior tratamiento debido a la composición 15
de los lodos generados. Dichos procesos de floculación-coagulación son descritos en los documentos de patente No. JPS5732794A, ES2288078, ES2054996, ES2160518, ES2100123, y ES2059282.

El sistema propuesto en la presente invención favorece los procesos biológicos y físicos, con la finalidad de reducir el consumo energético del tratamiento, lo cual pone 20
de manifiesto la diferencia con los métodos descritos en los documentos de patente No. ES2133103A1, KR20010072521, GB1490702A, ES2183743, ES2228620 y ES2336715 que se basan en métodos de filtración y/o ultrafiltración.

Se encuentra la referencia del documento de patente número KR100845195 que refiere un método de tratamiento de las aguas residuales de rastros mediante un 25
biorreactor discontinuo secuencial para mejorar la capacidad de degradación biológica sin generar lodos por hidrólisis de los materiales insolubles tales como lípidos contenidos en las aguas residuales del matadero y producir un líquido de fermentación ácido adecuado para la realización de un metano existente de tratamiento aeróbico o producir mediante la reducción de la cantidad y la toxicidad de

los lípidos dentro de un corto tiempo de retención hidráulica . Dicho método de tratamiento de aguas residuales matadero comprende las etapas de : (a) inyectar un agente alcalino a las aguas residuales de matadero para hidrolizar las aguas residuales matadero ; (b) la conversión de materias orgánicas en las aguas residuales matadero hidrolizado a un ácido orgánico mediante el uso de un lote de secuenciación biorreactor , reduciendo de ese modo la cantidad y la toxicidad de los lípidos contenida en las aguas residuales de matadero , y (c) la realización de un proceso de fermentación aeróbica o anaeróbica . La reacción de hidrólisis de la etapa (a) se lleva a cabo durante 30 a 60 minutos agitando el matadero de aguas residuales de pH ajustado después de ajustar un pH de las aguas residuales de matadero, a un rango de 10 a 11. El agente alcalino de la etapa (a) es al menos uno seleccionado del grupo que consiste de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, y la cal. El biorreactor discontinuo secuencial de la etapa (b) tiene un ciclo de funcionamiento de 2.5 a 3.5 horas. El biorreactor discontinuo secuencial realiza un proceso de agitación un proceso de sedimentación un proceso de descarga y flujo de entrada y para 140 a 160 minutos, 15 a 25 minutos, y 7.5 a 12.5 minutos, respectivamente durante el tiempo de funcionamiento en el ciclo de funcionamiento de los mismos. El biorreactor discontinuo secuencial se opera a un tiempo de retención hidráulica de 8 a 10 horas.

Asimismo, se encuentra el documento de patente No. CN102878807 que se refiere a un método de utilización cíclica y un dispositivo de utilización cíclica de sacrificio de aves de corral de enfriamiento previo del agua basado en una tecnología de membrana, que pertenece al campo técnico de procesamiento de productos agrícolas. Dicho método se basa en el proceso de enfriamiento, lo cual dista de los objetivos planteados en la presente invención que suprimen en su mayoría los procesos con consumo energético, como en este caso, el enfriamiento.

Existen otras referencias, como la señalada en el documento de patente No. ES2228620 que se enfocan en el tratamiento de los desechos sólidos del proceso de matanza, no específicamente en el tratamiento de las aguas generadas en dicho proceso.

ES2060518 se refiere a un proceso para tratamiento de efluentes ganaderos que integra tratamiento químico, pasteurización térmica, sedimentación, secado de sólido y evaporación de líquido.

El método descrito en el documento de patente No. KR100845195 se refiere al
5 tratamiento de aguas residuales de matadero utilizando un biorreactor discontinuo
secuencial se proporciona para mejorar la capacidad de degradación biológica sin
generar lodos por hidrólisis de materiales insolubles tales como los lípidos contenidos
en las aguas residuales de matadero , y producir un líquido de fermentación ácido
adecuado para llevar a cabo un tratamiento aeróbico existente o la producción de
10 metano mediante la reducción de la cantidad y la toxicidad de los lípidos dentro de un
corto tiempo de retención hidráulica. Un método de tratamiento de aguas residuales
matadero comprende las etapas de (a) inyectar un agente alcalino a las aguas
residuales de matadero para hidrolizar las aguas residuales matadero; (b) la
conversión de materias orgánicas en las aguas residuales matadero hidrolizado a un
15 ácido orgánico mediante el uso de un biorreactor discontinuo , reduciendo de ese
modo la cantidad y la toxicidad de los lípidos contenida en las aguas residuales de
matadero y (c) la realización de un proceso de fermentación aeróbica o anaeróbica .
La reacción de hidrólisis de la etapa (a) se lleva a cabo durante 30 a 60 minutos
agitando el matadero de aguas residuales de pH ajustado después de ajustar un pH
20 de las aguas residuales de matadero, a un rango de 10 a 11. El agente alcalino de la
etapa (a) es al menos uno seleccionado del grupo que consiste de hidróxido de
sodio, hidróxido de potasio, y la cal. El biorreactor discontinuo secuencial de la etapa
(b) tiene un ciclo de funcionamiento de 2.5 a 3.5 horas. El biorreactor discontinuo
secuencial realiza un proceso de agitación un proceso de sedimentación un proceso
25 de descarga y flujo de entrada, y para 140 a 160 minutos, 15 a 25 minutos, y 7.5 a
12.5 minutos, respectivamente durante el tiempo de funcionamiento en el ciclo de
funcionamiento de los mismos. El biorreactor discontinuo secuencial se opera a un
tiempo de retención hidráulica de 8 a 10 horas.

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

- El problema técnico a resolver es que no existe un sistema diseñado exprofeso para tratamiento de aguas residuales, generadas en rastros, casas de matanza y similares que opere sin la adición de agentes químicos y cuyas cargas orgánicas mayores a 5000 mg/L medidas como Demanda Química de Oxígeno (DQO) y en las cuales existe un alto contenido de Nitrógeno derivado principalmente de las proteínas de la sangre, así como alto contenido de Grasas y aceites generados por los residuos de tejidos orgánicos.
- Adicionalmente, el sistema y proceso descrito en la presente invención, reduce los procesos de filtración y bombeo con la finalidad de reducir el alto consumo energético requerido en el tratamiento de aguas residuales de altas cargas orgánicas.
- Asimismo, se define el proceso para tratamiento de aguas residuales, generadas en rastros, casas de matanza y similares para generar un efluente que cumpla con los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Por último, y dado que este sistema incluye a los Reactores Anaerobios dúplex de flujo ascendente, se pretende resolver el problema que han presentado por taponamiento en los Distribuidores Internos de dichos Reactores.
- Considerando estos antecedentes, se observa que aún existe la necesidad de contar con un sistema integral y proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares que elimine el uso de agentes químicos para el tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares para favorecer el aprovechamiento de los lodos generados en el sistema y que cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, reduciendo el consumo energético al prescindir de la gran mayoría de los procesos de filtración y bombeo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

A diferencia de lo descrito en el estado de la técnica, la presente invención consiste en un sistema y proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares integrado por:

- 5 La disposición en la que está diseñado este dispositivo, reduce el uso de maquinaria de bombeo por lo que está diseñado expreso para las instalaciones mexicanas.
 - a) Sistema de Tratamiento Primario, que consta de una Criba Rotatoria, Sedimentador primario, Separador de Grasas y Aceites y Cárcamo de bombeo.
 - 10 b) Sistema de Tratamiento Secundario, que consta de Reactor Anaerobio Dúplex para el Tratamiento de Aguas Residuales de Agroindustrias, Tanque anaerobio, Tanque de aireación extendida, Sedimentador Secundario.
 - c) Sistema de Tratamiento Terciario, que consta de un Digestor de Lodos y Natas, Filtro de Grava y Arena, Filtro de Carbón Activado, Equipo de
15 Desinfección.

Asimismo, se define el proceso que debe seguirse para lograr que los efluentes del tratamiento de aguas generadas en rastros, casas de matanza y similares; cumplan con los límites máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

20

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras que se anexan se explican de la siguiente manera:

- La Figura 1 muestra el diagrama general de la integración de cada uno de los equipos en el Sistema de Tratamiento de Aguas residuales generadas en rastros,
25 casas de matanza y similares.

- La Figura 2 muestra la Vista superior del Sistema de Tratamiento de Aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares.
- La Figura 3 muestra el corte transversal del Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
- 5 – La Figura 4 muestra la Vista isométrica del Sistema de Tratamiento de Aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares.
- La Figura 5 muestra la vista transversal del Sistema de Tratamiento de Aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención propone un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanzas y similares, formado por:

1. Tratamiento primario, que consta de:

- 15 Criba rotatoria (T1-CR) que consta de un motor eléctrico, reductor de velocidad, tambor rotatorio, marco de la máquina, cubierta de sello, orificios de alimentación y descarga de materiales. En este punto, el agua residual elimina los sólidos de gran tamaño por filtración mecánica para su tratamiento posterior, el tiempo de retención en este proceso es de 01 a 15 minutos.
- 20 La Criba rotatoria (T1-CR) anteriormente descrita se conecta mediante tubería de PVC o similar hacia un Sedimentador Primario (T1-S1) que consiste en un tanque con una forma cónica en su base, una de sus paredes laterales tiene un nivel menor. En este punto, el agua residual elimina los sólidos sedimentables para su tratamiento posterior, el tiempo de retención en este proceso es de 30 a 120 minutos.
- 25 El Sedimentador Primario (T1-S1) anteriormente descrito se conecta a un segundo tanque denominado Sedimentador de grasas y aceites (T1-SGA) que también

presenta una forma cónica en su base. En este punto, el tiempo de retención en este proceso es de 30 a 120 minutos.

Este Sedimentador de Grasas y Aceites (T1-SGA) a su vez se conecta con un tercer tanque denominado Cárcamo de bombeo (T1-CB) mediante una tubería en la parte inferior de la zona recta de la pared que los conecta. Este Cárcamo de Bombeo (T1-CB) cuenta con una bomba y tubería de PVC o similar para inyectar el agua residual hacia el sistema de Tratamiento Secundario.

En una de sus modalidades, el sistema de tratamiento primario puede ser remplazado por un sistema de flotación por aire disuelto (Sistema DAF) que puede integrar los procesos del tratamiento primario y reducir el tiempo de retención total 30 y 60 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 40 minutos.

2. Tratamiento secundario, que consta de:

Reactor anaerobio de flujo ascendente 1 (TS-RUASB1) conformado de una parte cilíndrica vertical donde se realiza el tratamiento anaerobio (10). Enseguida se une una sección formada por dos partes cónicas truncadas invertidas, una es la Cámara de sedimentación (3) y otra es la Campana invertida con paredes laterales en ángulo de 60° para captación de biogás (2). En la Zona de separación de fases sólido-líquido-biogás (8) se tiene instalado el Distribuidor (17) dividido en al menos cuatro particiones triangulares iguales (14) de agua para ser tratada (influyente), el cual está formado por una parte cilíndrica con la característica principal de que se utilizan al menos cuatro Distribuidores internos conectados a una distancia entre 15 y 25 cm del fondo de los reactores (1) que alimentan el influente al interior (1) por cada 15 metros cúbicos/día de agua residual generada en agroindustrias (rastros y similares). En la Zona de separación de fases sólido-líquido-biogás (8), se tiene instalado un Sistema decantador de natas de pequeñas campanas invertidas (15) que pueden ser al menos una colocadas en forma equidistante a la parte cilíndrica de la Zona de separación de fases sólido-líquido-biogás (8) niveladas de acuerdo al espesor de las

- natas producidas en las aguas residuales similares a la de rastros, y principalmente al nivel del sistema perimetral de Vertedores triangulares (4), la campana al menos una de las que forman el Sistema decantador de natas de pequeñas campanas invertidas (15) es unida a al menos un Tubo de desalojo para evacuar las natas producidas (6). En la Cámara de sedimentación (3) se tiene un sistema perimetral de Vertedores triangulares (4), donde se descarga el agua tratada mediante la Tubería (5).que interconecta hacia el segundo Reactor anaerobio de flujo ascendente 2 (TS-RUASB2), con igual diseño interior que el Reactor anaerobio de flujo ascendente 1 (TS-RUASB1).
- 5
- 10 El Reactor anaerobio de flujo ascendente 1 (TS-RUASB1) está colocado a un nivel superior en cuando menos 50 cm, que el Reactor anaerobio de flujo ascendente 2 (TS-RUASB2).

El tiempo de retención en cada uno de los Reactores anaerobios de flujo ascendente (TS-RUASB1 y TS-RUASB2), es entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 75 minutos

15

La tubería de descarga el agua tratada del Reactor anaerobio de flujo ascendente 2 (TS-RUASB2) se conecta al Tanque Anaerobio (T2-TA) consistente en un tanque rectangular, que se conecta a un Tanque de aeración extendida (TAE) en cuya base se integran una serie de 4 a 25 discos burbujeadores (T2-A1). Estos tanques están interconectados por una tubería de PVC o similar. El tiempo de retención en este punto, es entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 75 minutos.

20

Al final del Tratamiento secundario se encuentra un tanque rectangular denominado Sedimentador secundario (T2-SS) en cuya base se integra una sección cónica. Este tanque cuenta en su parte superior con una tubería de PVC o similar para conectarse con el Filtro de grava y arena (T3-FGA), así como una tubería de PVC o similar para conectarse a través de su zona inferior con el Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN).

25

El tiempo de retención en el tanque Sedimentador secundario (T2-SS), es entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 75 minutos.

3. Tratamiento terciario, que consta de:

5 Digestor de lodos y natas (T3-DLN), que consiste en un tanque rectangular en cuya base se integran una serie de 4 a 16 Discos Burbujeadores (T3-A2) y que cuenta con una tubería que se conecta a un lecho de secado de lodos (T3-LSL). El tiempo de retención en el Digestor de lodos y natas (T3-DLN), es entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 75 minutos.

10 Asimismo, este Tratamiento terciario integra un Filtro de Grava y arena (T3-FGC) conectado mediante una tubería de PVC o similar a un Filtro de Carbón activado (T3-FCA) e interconectado este último a un Equipo de desinfección (T3-ED). El tiempo de retención es entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente de 75 minutos.

15 Las características del sistema de tratamiento de aguas residuales de Rastro, casas de matanza y similares, es que está diseñado para tratar un caudal promedio de 15 m³/d (15000 L/d, 625 L/h, 0.1736 L/s), mediante el siguiente proceso:

20 El agua residual generada en rastros, casas de matanza y similares, se hace pasar por una Criba rotatoria (T1-CR) que consta de un motor eléctrico, reductor de velocidad, tambor rotatorio, marco de la máquina, cubierta de sello, orificios de alimentación y descarga de materiales. El motor eléctrico funciona para hacer que el tambor gire con la ayuda del reductor de velocidad y acoplado. El tambor rotatorio es instalado en un cierto ángulo de inclinación. Debido a la inclinación y rotación del tambor, los materiales en la superficie de la criba se volcarán y moverán. Así, los
25 materiales calificados pasarán por la malla de la criba y serán recolectados, y las partículas no calificadas serán descargadas por el extremo final de la Criba rotatoria (T1-CR). El líquido se hace pasar mediante una tubería de PVC o similar a un Sedimentador primario (T1-S1).

El objeto de este Sedimentador primario (T1-S1) es básicamente la remoción de los sólidos suspendidos y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento simple. Se recomienda utilizar el método por tandas para estimar la tasa de desbordamiento superficial
5 necesaria, el tiempo de retención o profundidad del tanque y el porcentaje de remoción de sólidos suspendidos.

El agua residual se desborda hacia el Separador de Grasas y Aceites (T1-SGA) mediante una rejilla en donde tendrán un tiempo de retención entre 30 y 60 minutos y posteriormente se enviarán hacia el cárcamo de bombeo (T1-CB).

10 Después de haber pasado el agua por el Tratamiento Primario, inicia el Tratamiento Secundario (sistema biológico) que consiste en un Reactor anaerobio dúplex, formado por la conexión de dos tanques denominados Reactor anaerobio de flujo ascendente 1 y 2 (T2-RUASB1 y T2-RUASB2) conectados secuencialmente. El primero de ellos será alimentado por bombeo y al estar montado sobre un nivel
15 superior suministrará el tirante necesario para vencer la presión de llegada al segundo Reactor (T2-RUASB2) y permitirá al efluente salir por gravedad para su post-tratamiento. A partir de este punto todo el sistema se alimenta por gravedad, hasta terminar en el tanque de agua tratada (T3-TAT).

Ambos reactores tienen en la parte superior un distribuidor al que llega el agua residual y que por medio de cuatro tubos que van al fondo, quedando de 15 a 20 cm
20 del mismo, se distribuye el agua de forma ascendente. En el interior de los reactores hay un manto de lodos anaerobios, tipo granular que son los microorganismos encargados de eliminar la materia orgánica medida como Demanda Química de Oxígeno (DQO) contenida en el agua residual una vez que ésta pasa a través de este manto. En estos reactores anaerobios, además de disminuir la materia orgánica
25 en el agua se genera biogás, al cual sale por la parte superior de los reactores.

El distribuidor tiene una tubería de retorno al cárcamo de bombeo (T1-CB) que se controla por medio de una válvula de PVC. Es necesario purgar diariamente la tubería de retorno, principalmente la del primer reactor sin olvidar el segundo, para

evitar la acumulación de sólidos, ya que de lo contrario se taponan las tuberías. También es necesario, asegurar que el flujo no sea muy alto para evitar derramamientos externos por las paredes de los reactores y lavado del manto de lodos.

5 En la parte superior de los reactores existe un sistema desnatador para que las grasas y natas sean eliminadas del sistema. Las natas son conducidas al Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN) en donde serán digeridas junto a los lodos producidos en la planta o a un tambo para eliminarse de forma manual sin digerir. Esta última opción generalmente no se realiza, esto es, los lodos regularmente se envían al digestor.

10 Además del sistema desnatador, los reactores tienen un sistema que conduce el biogás producido a la atmósfera. El sistema genera biogás en ambos reactores, mismo que actualmente se ventea a la atmósfera y degrada la materia orgánica con una eficiencia del 75 al 80% en términos de DQO.

15 Una vez que el agua pasa por los reactores (T2-RUASB1 y T2-RUASB2) se conduce a un tanque llamado anaerobio (T2-TA), luego al Tanque de Aireación extendida (T2-TAE).

Al Tanque Anaerobio llega el agua del T2-RUASB2, que funciona como sedimentador primario. En éste sedimentan los sólidos que son arrastrados del T2-RUASB2. En este reactor el agua permanece para ayudar a digerir parte de la materia orgánica remanente, de aquí se pasa por gravedad al Tanque de Aireación Extendida (TAE). Este tanque cuenta con recirculación de lodo; ya sea del Tanque de Aireación Extendida, del Sedimentador Secundario o del Digestor de Lodos, controlada esta recirculación por medio de válvulas y a través de una bomba de lodos.

25 Después de pasar el agua por el tanque anaerobio (T2-TA), sigue su paso al Tanque de Aireación Extendida (T2-TAE) por gravedad. Este último tanque se airea por medio de discos burbujeadores que se encuentran en el fondo del tanque (T2-A1). Estos discos poseen una membrana con pequeños poros que al pasar el aire a una alta presión emiten una burbuja fina, que permite el suministro de oxígeno a los

microbios ahí formados. El aire que se difunde a través de las membranas de los discos es alimentado por uno de los aireadores instalados. Se utiliza un aireador para suministrar el aire, tanto al Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN) y uno para el tanque de aireación extendida. El aire suministrado se regula por medio de una válvula de alivio, proporcionando oxígeno y un mezclado total. El suministro de aire, permite que se desarrollen microorganismos que consumen la materia orgánica remanente de los procesos anteriores, esto puede apreciarse por la presencia de lodos en el tanque de aireación extendida (Licor mezclado), lo cuales serán decantados en el tanque siguiente denominado Sedimentador Secundario (T2-SS). Es necesario cuidar que la presión de los aireadores se encuentre en el rango de 2 - 5 psi y que el suministro de oxígeno se encuentre por alrededor de 3 - 4 mg/L de oxígeno. Es importante cuidar este último factor; ya que un exceso de aire impide que se formen agregados microbianos y estos sean arrastrados por el flujo, impidiéndose su sedimentación y en consecuencia la clarificación del agua.

El tanque de aireación extendida (T2-TAE) cuenta con una salida por la parte inferior para proporcionar mantenimiento. Cuenta además con una tubería de recirculación de lodos proveniente; principalmente del sedimentador secundario (T2-SS); sin embargo puede recibir fluido tanto del Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN) y del tanque anaerobio (T2-A). Diariamente se recircula lodo del sedimentador secundario al Tanque de Aireación Extendida y parte se va al Digestor de Lodos y Natas.

El sedimentador secundario (T2-SS) tiene un fondo piramidal que permite el asentamiento de los lodos generados en el tratamiento aerobio, cuenta para tal fin con una mampara deflectora que rompe el flujo y permite que el agua se clarifique antes de pasar al tanque de agua tratada. Hasta aquí todo el flujo de agua se hace por gravedad.

Después de haber pasado el agua por todo el proceso biológico descrito anteriormente, ésta llega a un tanque de agua tratada (un tanque rectangular en material de acero), que contiene una bomba, la cual se controla a través de un flotador. Esta bomba alimenta primeramente un filtro de grava y arena (T3-FGA), que

tiene un lecho de grava y arena de diferentes tamaños, para eliminar los sólidos que pudieran haberse arrastrado en el Sedimentador Secundario (T2-SS), y posteriormente el agua pasa a un filtro de carbón activado (T3-FCA) para eliminar el color y posibles olores.

- 5 Una vez que el agua pasó por los filtros se pasa por un Equipo de Desinfección (T3-ED), que en una de las modalidades de la presente invención, puede consistir de un cilindro que contiene pastillas de cloro con el fin de desinfectar y eliminar los organismos patógenos. Posteriormente, el agua se descarga a un tanque de contacto de cloro y finalmente se descarga a un cuerpo de agua.
- 10 El Tanque Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN), cuenta en el fondo con discos burbujeadores que tienen una membrana de polipropileno del mismo modo que los del Tanque de Aireación Extendida (T2-TAE), se les suministra aire con uno de los aireadores (T2-A1) que suministra aire al Tanque de Aireación Extendida (T2-TAE), así mismo son controlados por las mismas válvulas. La finalidad es permitir que los
- 15 lodos provenientes del Tanque de Aireación Extendida (T2-TAE) se autodigieran para su posterior disposición. El llenado y vaciado del Tanque Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN) se hace a través de una bomba autocebante para lodos, controlada por las diferentes válvulas que el sistema posee. Este tanque puede recibir fluido del
- 20 todos los tanques (Anóxico, Aireación Extendida, Sedimentador Secundario y Fosa de pretratamiento).

La descarga de los lodos provenientes del Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN), se realiza después de haber permanecido un periodo de digestión de 30 días en este digestor por medio de la bomba de lodos y se hace después de haber dejado de airear el Digestor de Lodos y haberlos dejado sedimentar.

25

Con el propósito de ilustrar el sistema y método de la presente invención, se muestran los siguientes ejemplos. Los ejemplos son propuestos para ilustrar el método y no son las condiciones límite de la invención.

EJEMPLOS:**Ejemplo 1.**

- 5 En una de las modalidades de la presente invención, se trabaja con un influente proveniente de un Rastro ubicado en San Juan del Río, Qro., y se procesa mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Generadas en rastros, casas de matanza y similares. Las características iniciales, condiciones de operación y resultados de cada etapa se muestran en la Tabla 1.

10

Tabla 1

Ejemplo	TR Sistema DAF	% remoción						
		G&A	ST	DQO Reactor 1	DQO Reactor 2	Ni y P	SSed	SST
San Juan del Río, Qro.	36 min	60	50	75	75	93	95	97
Ciudad Valles, S.L.P.	40 min	88	97	75	75	62	83	94
El Marqués, Qro.	40 min	99	73	75	75	76	97	97
San Juan de Abajo, Nay.	40 min	99	75	75	75	76	97	97

Ejemplo 2.

- 15 En una de las modalidades de la presente invención, se trabaja con un influente proveniente de un Rastro ubicado en Ciudad Valles, S.L.P., y se procesa mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Generadas en rastros, casas de matanza y similares. Las características iniciales, condiciones de operación y resultados de cada etapa se muestran en la Tabla 2.

Ejemplo 3.

- 20 En una de las modalidades de la presente invención, se trabaja con un influente proveniente de un Rastro ubicado en El Marqués, Qro., y se procesa mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Generadas en rastros, casas de matanza y similares. Las características iniciales, condiciones de operación y resultados de cada etapa se muestran en la Tabla 3.

25

Ejemplo 4.

En una de las modalidades de la presente invención, se trabaja con un influente proveniente de un Rastro ubicado en San Juan de Abajo, Nay., y se procesa mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Generadas en rastros, casas de matanza y similares. Las características iniciales, condiciones de operación y resultados de cada etapa se muestran en la Tabla 4.

La invención ha sido descrita suficientemente como para que una persona con conocimientos medios en la materia pueda reproducirlo y obtener los resultados que mencionamos en la presente invención. Sin embargo, cualquier persona hábil en el campo de la técnica que compete el presente invento puede ser capaz de hacer modificaciones no descritas en la presente solicitud, no obstante, si para la aplicación de estas modificaciones en composición o proceso de manufactura del mismo, se requiere la materia reclamada en las siguientes reivindicaciones, dichas composiciones o procesos deberán ser comprendidos dentro del alcance de la presente invención.

LISTADO DE COMPONENTES Y SUS CARACTERÍSTICAS:**Tratamiento primario**

- | | | |
|----|-------------------------------|--|
| 5 | 1. T1-CR | Criba rotatoria |
| | 2. T1-S1 | Sedimentador primario |
| | 3. T1-SGA | Sedimentador de Grasas y Aceites |
| | 4. T1-CB | Cárcamo de bombeo |
| | | |
| 10 | Tratamiento Secundario | |
| | 5. T2-RUASB1 | Reactor anaerobio de flujo ascendente 1 |
| | 6. T2-RUASB2 | Reactor anaerobio de flujo ascendente 2 |
| | 7. T2-TA | Tanque anaerobio |
| | 8. T2-TAE | Tanque de aireación extendida |
| 15 | 9. T2-A1 | Aireadores del Tanque de aireación extendida |
| | 10. T2-SS | Sedimentador secundario |

Tratamiento Terciario

- | | | |
|----|------------|--|
| | 11. T3-DLN | Digestor de lodos y natas |
| 20 | 12. T3-A2 | Aireadores del Digestor de lodos y natas |
| | 13. T3-FGA | Filtro de grava y arena |
| | 14. T3-FCA | Filtro de carbón activado |
| | 15. T3-ED | Equipo de desinfección |
| | 16. T3-TAT | Tanque de agua tratada |
| 25 | 17. T3-DLN | Digestor de lodos y natas |
| | 18. T3-LSL | Lecho de secado de lodos |

REINVINDICACIONES

La descripción de la invención se considera como una novedad y por lo tanto se
5 reclaman como propiedad lo contenido en las siguientes cláusulas:

1. Sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de
matanza y similares, el cual está integrado por un Tratamiento primario
consistente en Criba rotatoria (T1-CR), Sedimentador primario (T1-S1),
Sedimentador de Grasas y Aceites (T1-SGA) y Cárcamo de bombeo (T1-CB);
10 seguido por un Tratamiento Secundario consistente en Reactor anaerobio
dúplex para el tratamiento de aguas residuales de agroindustrias que es la
integración secuencial de dos reactores anaerobios de flujo ascendente (T2-
RUASB1 + T2-RUASB2), Tanque anaerobio (T2-TA), Tanque de aireación
extendida (T2-TAE), Aireadores del Tanque de aireación extendida (T2-A1) y
15 Sedimentador secundario (T2-SS) y por último se integra un Tratamiento
Terciario consistente en Digestor de lodos y natas (T3-DLN), Aireadores del
Digestor de lodos y natas (T3-A2), Filtro de grava y arena (T3-FGA), Filtro de
carbón activado (T3-FCA), Equipo de desinfección (T3-ED), Tanque de agua
tratada (T3-TAT), Digestor de lodos y natas (T3-DLN) y Lecho de secado de
20 lodos (T3-LSL).
2. Proceso para tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de
matanza y similares, de conformidad con la reivindicación número 1,
caracterizado porque comprende:
 - a. Tiempo de retención para el tratamiento primario, en su modalidad preferida
25 de Sistema por Flotación de Aire Disuelto (DAF) es entre 30 y 60 minutos,
siendo el tiempo de retención preferente 40 minutos.
 - b. Tiempo de retención para el tratamiento secundario en el primer reactor
anaerobio de flujo ascendente (T2-RUASB1) en un intervalo entre 60 y 90
minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.

- c. Tiempo de retención para el tratamiento secundario en el segundo reactor anaerobio de flujo ascendente (T2-RUASB2) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- 5 d. Tiempo de retención para el tratamiento secundario en el Tanque anaerobio (T2-TA) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- e. Tiempo de retención para el tratamiento secundario en el Tanque de aireación extendida (T2-TAE) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- 10 f. Tiempo de retención para el tratamiento secundario en el Sedimentador Secundario (T2-SS) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- g. Tiempo de retención para el tratamiento terciario en el Digestor de Lodos y Natas (T3-DLN) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- 15 h. Tiempo de retención para el tratamiento terciario en el Filtro de Grava y Arena (T3-FGA) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.
- 20 i. Tiempo de retención para el tratamiento terciario en el Filtro de Carbón Activado (T3-FCA) en un intervalo entre 60 y 90 minutos, siendo el tiempo de retención preferente 75 minutos.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con la integración de un sistema y proceso de tratamiento de aguas residuales generadas en rastros, casas de matanza y similares, considerando la mejora del reactor anaerobio dúplex para tratamiento de aguas residuales de agroindustrias, y que se enfoca en el tratamiento biológico y elimina el uso de agentes químicos para precipitar, coagular o flocular los contaminantes, favoreciendo de esta manera la generación de residuos sólidos reutilizables como fertilizantes y la calidad del agua tratada. Asimismo, reduce los procesos de filtración y bombeo, lo que se traduce en un bajo consumo energético para la operación del sistema propuesto. Con todas estas características, la eficiencia del proceso es mayor al 75% medido como Demanda Química de Oxígeno, de 80% medido como Nitrógeno total y de 80% medido como Fósforo Total,

Esta invención se refiere a un reactor anaerobio híbrido que consta de dos secciones, lecho fijo y lecho fluidizado inverso, para realizar el proceso de eliminación de la materia orgánica presente en diversos tipos de efluentes industriales y de agroindustriales. El objeto de esta invención es lograr altas eficiencias de remoción de la materia orgánica en un solo reactor que consta de dos secciones, teniendo la ventaja de que la sección de lecho fijo logra una distribución hacia la sección de lecho fluidizado inverso la cual se expande de manera uniforme evitando canalizaciones del flujo y aumentando el contacto del sustrato con los microorganismos, además de ayudar a remover una fracción de la materia orgánica en el agua residual a tratar, pudiendo especializarse esta sección en la eliminación de compuestos inhibidores de la metanogénesis, llevando al ahorro de espacio, energía y tiempo de tratamiento de los diversos efluentes industriales que se pueden tratar en este reactor y obteniendo un biogás rico en metano como producto final.

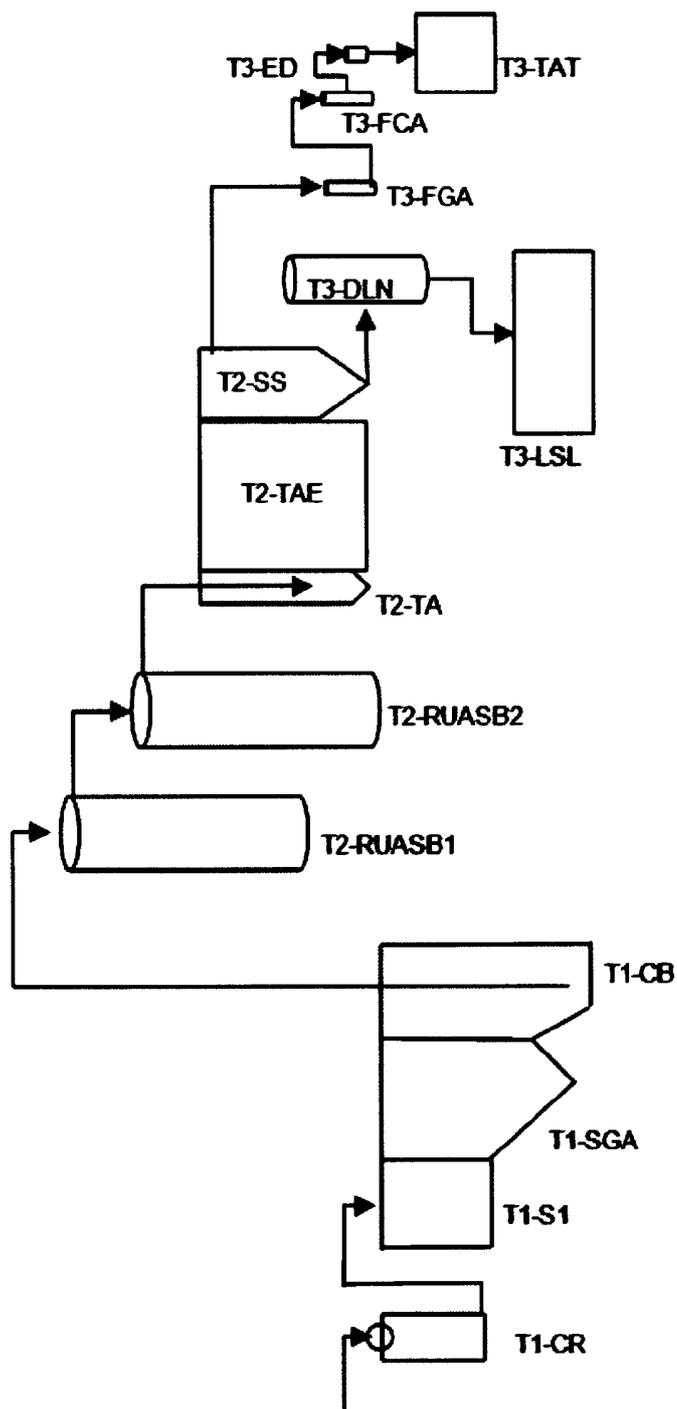


Figura 1

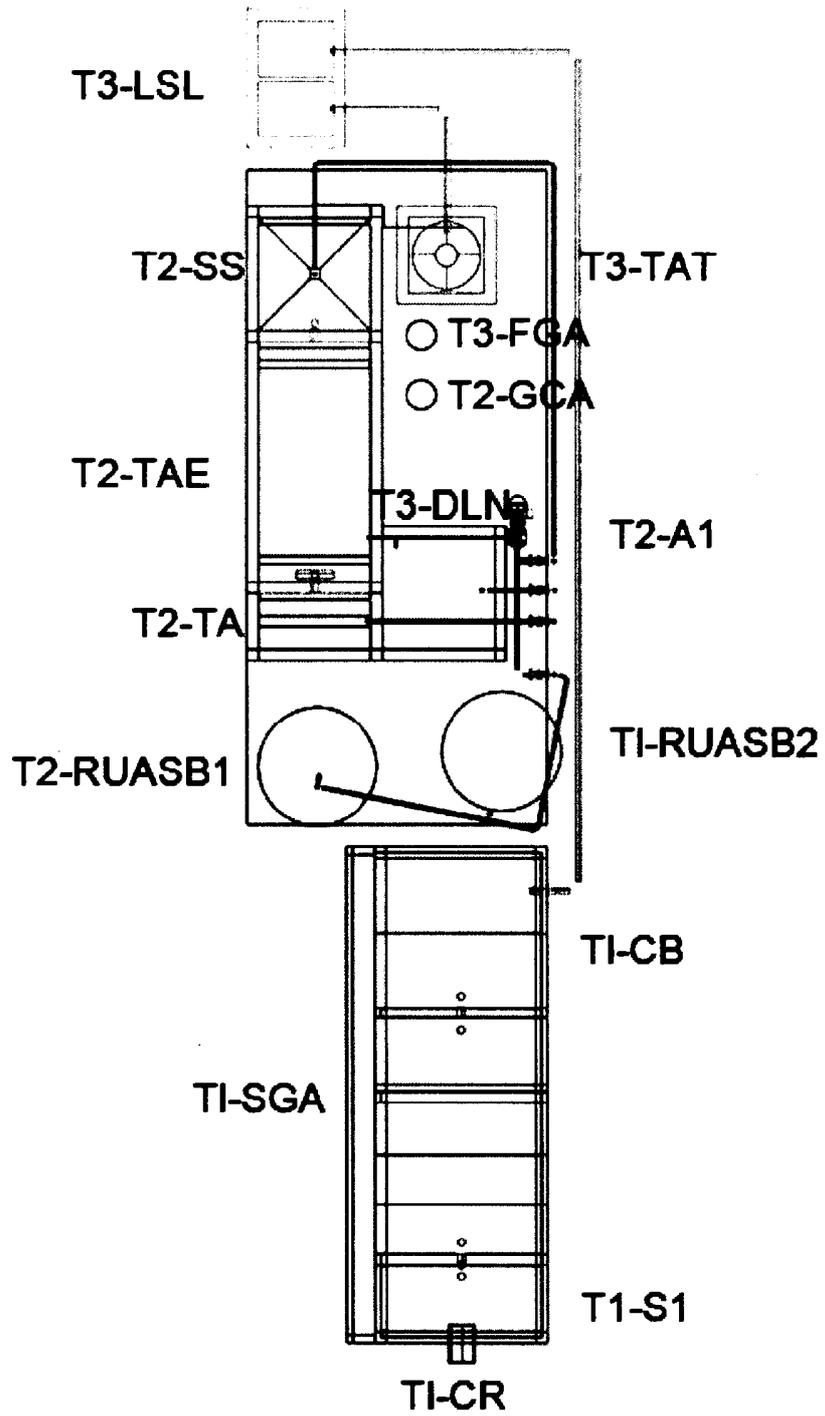


Figura 2

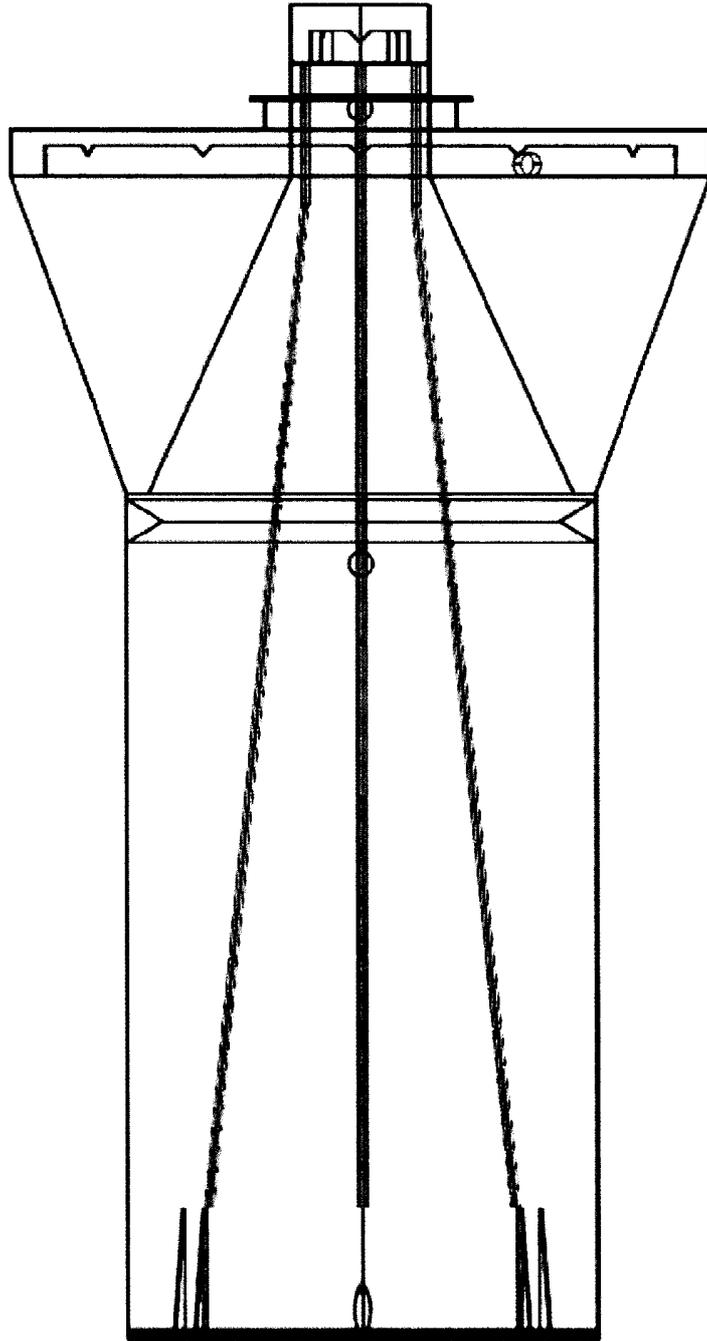


Figura 3

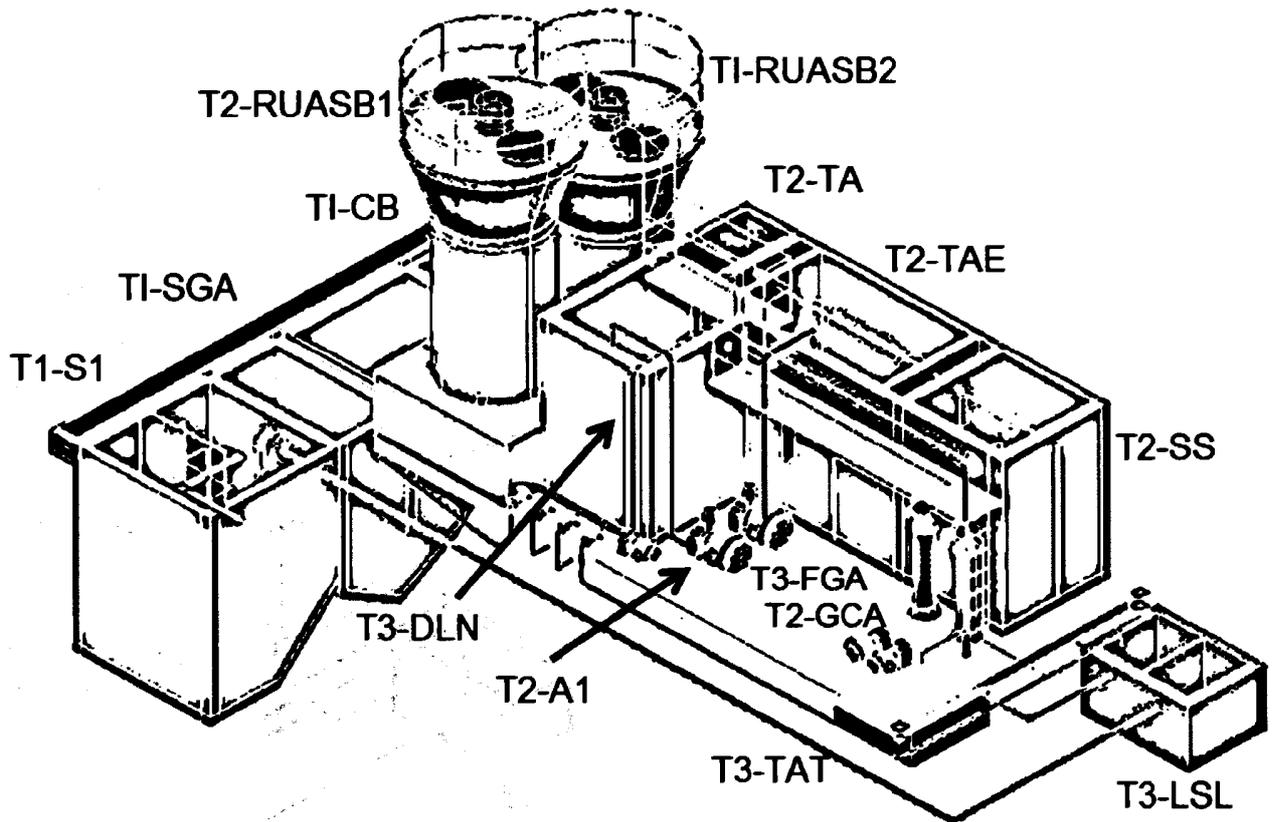


Figura 4

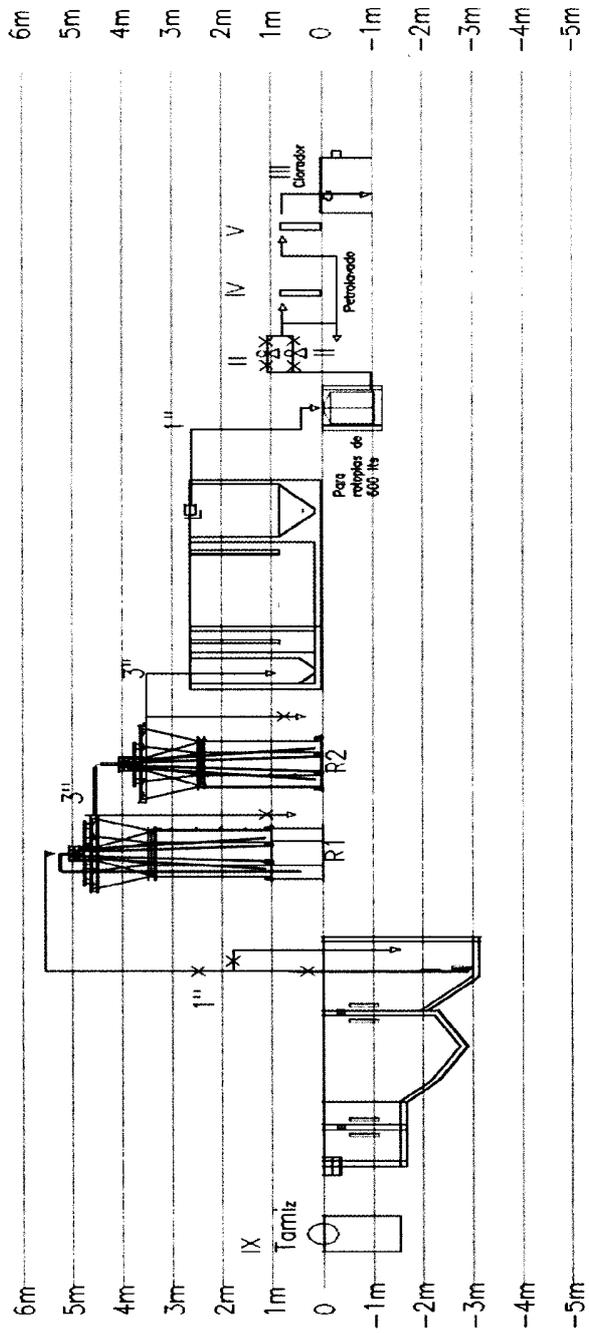


Figura 5