

**SISTEMA DE CRIBADO DE LODOS RECOLECTADOS POR EQUIPOS
PRESIÓN SUCCIÓN, PARA INFRAESTRUCTURA SANITARIA URBANA**

CAMPO TÉCNICO

5

La presente invención se enmarca en el campo de ingeniería sanitaria y ambiental, comprendiendo una estación de tratamiento localizada estratégicamente que realiza separación sólido-líquida inmediata de residuos heterogéneos mediante dispositivos de cribado especializados

10

Así, la presente invención se relaciona con un sistema integrado de cribado de lodos diseñado específicamente para el tratamiento in situ de residuos heterogéneos recolectados por equipos presión-succión de redes de alcantarillado urbano, en donde el sistema comprende particularmente una

15

estructura de cribado con rejillas metálicas de alta resistencia diseñadas para material heterogéneo; un sistema electromecánico para traslado de cargas con tres configuraciones: polipasto (Tipo 1), malacate con rieles inclinados (Tipo 2), y motorreductores con rieles horizontales (Tipo 3); un sistema de canalización y

20

energía solar fotovoltaica; y una separación efectiva sólido-líquida con reducción del 40% del volumen de lodo. De este modo, la presente invención soluciona el problema relacionado con la ineficiencia en la disposición de lodos extraídos del sistema de alcantarillado urbano, que anteriormente requería largos

25

desplazamientos hacia un único punto donde se realizaba el tratamiento de los residuos, donde se incurría en un gasto por tercerización de la gestión de la problemática a través de una empresa contratada anualmente para el manejo de dichos lodos, generando altos costos operativos por el manejo administrativo que

30

se realizaba, además de los costos operativos de recorrer las largas distancias para llevar todos los equipos de las zonas de servicio de la ciudad a un solo punto ubicado al sur-occidente de la ciudad junto con las altas emisiones de GEI por dichos desplazamientos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la actualidad, las redes de alcantarillado sanitario en ciudades modernas recolectan residuos diversos generados por la actividad doméstica e industrial, tal como textiles, plásticos, arena, grasas solidificadas, objetos de pequeño tamaño, y material orgánico heterogéneo. Así, aunque los sistemas de alcantarillado modernos incluyen cámaras de retención y sistemas de desgrasado, estos dispositivos no permiten capturar la totalidad del material heterogéneo que se acumula en las redes, particularmente en sistemas antiguos o en períodos de lluvia con resuspensión de depósitos.

Del mismo modo, la limpieza periódica de estas redes mediante equipos presión-succión es una operación crítica y requerida en la legislación de gestión de alcantarillado. Estos equipos recolectan una mezcla de agua residual, sólidos heterogéneos (tal como, arena, textiles, plásticos, materia orgánica), grasas y aceites, y material inerte.

Convencionalmente, el material recolectado por los equipos presión-succión es transportado de forma completa, es decir, mezcla sólido-líquida con contenido de humedad aproximadamente 75-85%, hacia plantas de tratamiento centralizadas, ubicadas frecuentemente a distancias considerables del punto de operación.

Sin embargo, este proceso definido anteriormente genera múltiples problemas, tal como la ineficiencia logística extrema debido a que se hace un transporte de volumen innecesario de agua residual que constituye 75-85% del material recolectado, así como que se presentan distancias de transporte significativas, ocupación de capacidad de transporte por agua que podría ser drenada in situ, y un tiempo de operación extendido que puede ser de hasta 4-5 horas por viaje incluyendo traslado.

Adicionalmente, con los sistemas convencionales se tienen impactos ambientales acumulativos, tal como la generación de tráfico innecesario con vehículos pesados, emisiones de gases de efecto invernadero por transporte a larga distancia, riesgo de derrames de material heterogéneo en tránsito, particularmente en sistemas no herméticos, y contaminación difusa por lixiviados que gotean desde vehículos. Además, se presentan costos operacionales prohibitivos, tal como el consumo elevado de combustible, aumento en costos de transporte, y costos indirectos, tal como depreciación de flota, mantenimiento, personal operativo, lo cual tiene una repercusión económica considerable.

De acuerdo con esto, en el estado de la técnica se conocen varios tipos de sistemas de cribado similares a los definidos en la presente invención, dentro de los que se encuentran los siguientes, los cuales son incluidos en la presente divulgación a modo de referencia únicamente.

Como primera medida, se encuentra el documento US 7569147 que se refiere a un método para la eliminación de sólidos inertes en procesos de tratamiento de aguas residuales de bajo rendimiento, en donde dicho método incluye la combinación de aguas residuales con lodos cargados de bacterias en un reactor principal para formar un licor mixto, la separación de este licor en un efluente claro y lodos activados, el retorno de una primera porción de lodos activados al reactor principal, el tratamiento de una segunda porción de lodos activados en un biorreactor de corriente lateral antes de su retorno al reactor principal, y el uso de un dispositivo de cribado dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de sólidos inertes.

Sin embargo, la invención definida en dicha anterioridad presenta el inconveniente que está enfocada en la separación de sólidos mediante dispositivos de cribado en procesos de tratamiento de aguas residuales, así como el uso de rejillas metálicas para retención de materiales inorgánicos, y un retorno de fracción líquida al proceso de tratamiento, lo cual limita su campo de aplicación a plantas de tratamiento, no en puntos de descarga distribuidos, al

tiempo que no incluye sistemas electromecánicos móviles para traslado de material cribado.

De otra parte, se tiene el documento US 6379547 que divulga un método para deshidratar lodos que contienen agua en un pozo de aguas residuales o similar, en donde el lodo que contiene agua se recoge en un tanque, el lodo se separa en un filtro aguas abajo y el agua purificada se devuelve al pozo, en donde al menos una válvula ajustable y de control de entrada está acoplada entre un tanque de succión y un filtro aguas abajo, un dispositivo de alimentación está dispuesto para la descarga continua o intermitente del lodo separado en el filtro a una o más unidades de compresión, destinadas a comprimir el lodo alimentado, que comprende además un contenedor para almacenar el lodo comprimido y unidades de tanques y bombas para recibir y transportar el agua exprimida y purificada, respectivamente, y en el proceso oxigenada.

No obstante, dicha anterioridad define una unidad móvil para separación sólido-líquida en lodos, la cual usa filtros mecánicos para la separación e incluye retorno de agua clarificada al sistema, la cual presenta el problema que se enfoca en un sistema completamente móvil montado en vehículo no un sistema fijo distribuido geográficamente, al tiempo que especifica pozos de alcantarillado individuales y no estaciones de descarga centralizadas.

Así mismo, está el documento JPH 1034196 relacionado con el problema de permitir un tratamiento de deshidratación de alto grado, instalando una unidad de deshidratación compuesta por una prensa de tornillo, un tanque de lodos, un aparato para coagular lodos y un aparato para extraer la torta en la plataforma de un camión, e instala un tubo de descarga de filtrado que se puede conectar o desconectar libremente con un tanque de almacenamiento de lodos ubicado fuera del camión y un tanque para separar las impurezas del filtrado. Así, al deshidratar lodos con un vehículo deshidratador, el tanque de lodos del vehículo se conecta a un tanque de almacenamiento de lodos de la planta, un receptor de filtrado y una cinta transportadora de descarga de torta se conectan a un tanque

de separación y una tolva de almacenamiento de torta, y se acciona una prensa de tornillo. En este proceso, el lodo aspirado por la bomba desde el tanque de almacenamiento, tras almacenarse en el tanque de lodos, se envía a la prensa de tornillo a través del tanque de mezcla mediante la bomba de presión y se devuelve al tanque de almacenamiento. Además, se añade un coagulante al lodo desde el tanque de disolución según sea necesario. De esta manera, la bomba suministra lodo cuantitativamente a presión constante, y la prensa de tornillo realiza una deshidratación estable.

10 Sin embargo, dicha anterioridad se basa en el concepto de movilidad para tratamiento de lodos, así como la separación sólido-líquido de residuos de alcantarillado y define un sistema de bombeo y prensado, lo cual representa una clara limitación en aplicación del sistema en plantas de tratamiento pequeñas, no un sistema fijo instalado en estaciones elevadoras distribuidas.

15

Ahora bien, también está el documento DE 2933769 que enseña un vehículo para la limpieza de alcantarillas y el transporte de lodos con una bomba de lodos conectada a ella, en particular una bomba de vacío/presión, el cual cuenta con un contenedor de lodos con un espacio de agua de enjuague separado de él por un filtro, del cual se alimenta la bomba de agua a alta presión necesaria para la limpieza de alcantarillas, preferiblemente por debajo de la interposición de un hidrociclón, agua de enjuague finamente limpiada, en donde el filtro está en forma de lamas como tabique. Además, se forman barras transversales dispuestas una sobre otra con un perfil en J abierto hacia el lado del lodo, de modo que las patas inferiores más cortas del lado del lodo mantienen una mayor distancia una sobre otra que los pasajes entre ellas superponiendo oblicuamente hacia arriba las patas más largas, y que un grupo superpuesto de barras deslizantes verticales inclinadas contra la dirección del flujo sobre la superficie del tabique está dispuesto en la dirección del flujo a una distancia detrás del tabique.

20

25

30

No obstante, la invención de dicha anterioridad presenta el problema que define únicamente un vehículo para limpieza de alcantarillado y transporte de lodos con sistema de succión y almacenamiento en tanque, por lo que no representa un sistema fijo de cribado y separación en punto de descarga, al tiempo que no
5 especifica separación in-situ ni cribado.

Finalmente, en el estado del arte está el documento US 8679335 que divulga un sistema de vacío montado en un vehículo, el cual incluye un compartimento de materia sólida deshidratada, un compartimento de materia líquida, una
10 manguera flexible principal y un cabezal de succión sumergible conectado al extremo distal de la manguera flexible principal, en donde el cabezal de succión incluye un filtro de malla deshidratante estático y un sistema de lavado de malla que interactúa con el cabezal de succión. El sistema de lavado de malla está en comunicación fluida con el compartimento de materia líquida a través de un
15 circuito de líquido a alta presión. Así, el sistema de lavado de malla utiliza la materia líquida del compartimento de materia líquida como fluido de lavado.

Sin embargo, dicha anterioridad se limita en definir un sistema de separación de sólidos mediante cribado estático con compartimentos separados para sólidos y
20 líquidos y la aplicación con equipos de succión, el cual se enfoca únicamente en un sistema montado en vehículo no en una infraestructura fija, lo que representa una clara desventaja y no permite plantear una solución a un problema existente.

A partir de la información anterior, un experto en la materia puede determinar de
25 forma clara que en el estado del arte existe una serie de divulgaciones relacionadas con desarrollos orientados a sistemas y/o dispositivos enfocados en el tratamiento y manejo de lodos provenientes de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, en donde dichos documentos se centran principalmente en sistemas móviles de deshidratación montados sobre
30 vehículos que circulan entre pequeñas plantas de tratamiento para procesar lodos biológicos mediante prensas de tornillo o equipos centrífugos, sistemas de cribado estacionarios instalados dentro de plantas de tratamiento

convencionales para separar sólidos de lodos ya procesados, vehículos especializados para la limpieza y transporte de residuos de alcantarillado sin capacidad de separación in-situ, y sistemas de purificación de aguas que emplean energía solar mediante procesos de evaporación y destilación.

5

De este modo, se puede ver entonces que en el estado del arte existe una clara limitación en los sistemas utilizados, dado que estos no separan sólido-líquida in situ en punto de descarga estratégico, impidiendo una optimización logística.

- 10 Siendo así, es claro que existe una necesidad por diseñar e implementar un sistema fijo de cribado instalado específicamente en estaciones elevadoras de aguas residuales, diseñado para la descarga directa y separación inmediata de residuos heterogéneos provenientes de equipos presión-succión, con configuraciones adaptables según la topología del sitio, retorno inmediato de
15 la fracción líquida al sistema de alcantarillado, y compensación energética mediante sistemas fotovoltaicos integrados.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 20 La presente invención plantea una solución a los problemas anteriormente descritos al suministrar un nuevo sistema de estaciones de cribado fijas y distribuidas geográficamente diseñado para realizar la separación sólido-líquida de lodos heterogéneos recolectados por equipos presión-succión directamente en los puntos de descarga, eliminando así la necesidad de transportar la totalidad
25 del material heterogéneo hacia plantas de tratamiento centralizadas ubicadas a distancias significativas.

- De este modo, el sistema de la presente invención constituye una solución de infraestructura sanitaria innovadora que optimiza radicalmente la logística
30 operacional, reduce impactos ambientales, y genera ahorros económicos sustanciales en la operación de redes de alcantarillado urbano, hecho que no había sido logrado con los sistemas existentes en el estado del arte.

Así las cosas, el presente sistema se basa en la instalación de estaciones especializadas de cribado localizadas estratégicamente en puntos de máxima confluencia de operaciones de presión-succión dentro del territorio urbano, en donde dichas estaciones utilizan rejillas metálicas de alta resistencia especialmente diseñadas para capturar y retener material heterogéneo, tal como textiles, plásticos, arena, materia orgánica diversa, grasas solidificadas, entre otros, mientras permiten el paso de la fracción líquida residual. Así, el diseño de las estaciones incorpora sistemas de canalización y desagüe que retornan inmediatamente la fracción líquida al alcantarillado sin requerir transporte adicional, eliminando volúmenes innecesarios de movimiento vehicular.

Del mismo modo, la característica distintiva del presente sistema radica en su capacidad de adaptación a múltiples configuraciones topográficas mediante la implementación de tres sistemas electromecánicos diferentes seleccionables según las condiciones específicas del sitio. Un primer sistema polipasto para ubicaciones con espacio limitado y configuración vertical, un segundo sistema malacate con rieles inclinados para terrenos con pendiente natural, y un tercer sistema de motorreductores con rieles horizontales para infraestructura plana o instalaciones en niveles definidos.

De acuerdo con esto, el sistema de la invención se caracteriza por su versatilidad operacional que permite la implementación del sistema en una diversidad de contextos urbanos sin requerir de obras civiles extensas de acondicionamiento, como se presenta con los sistemas similares existentes.

Así mismo, la presente invención además incorpora un sistema de energía solar fotovoltaica integrado que proporciona autosuficiencia energética completa para la operación de los sistemas electromecánicos de cribado, en donde esta integración de energía renovable elimina la dependencia de conexiones a red eléctrica externa, permitiendo así la instalación de estaciones de cribado en ubicaciones distribuidas sin infraestructura eléctrica existente. Dicho sistema

fotovoltaico genera excedentes de energía que pueden alimentar estaciones elevadoras de bombeo cuando estas existen en la proximidad, amplificando el valor agregado de la instalación.

- 5 Finalmente, la presente invención ha demostrado en operación real reduce en aproximadamente 40% el volumen de material a transportar, al tiempo que disminuye las distancias de transporte de 30-80 km a solo 5 km locales, y genera ahorros operacionales mensuales considerables por vehículo presión-succión. Adicionalmente, el sistema permite una reducción significativa en la huella ambiental de las operaciones de limpieza de alcantarillado, disminuye el tráfico vehicular innecesario, reduce emisiones de gases de efecto invernadero, y mitiga riesgos de derrames de material heterogéneo en tránsito urbano.

De acuerdo con esto, la presente invención resuelve los problemas específicos de la infraestructura sanitaria urbana que se basan en ineficiencia logística en transporte de materiales heterogéneos de baja densidad, generación de lixiviados en tránsito, costos operacionales elevados por distancias de transporte significativas, e impactos ambientales acumulativos por movimiento de vehículos pesados.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un sistema distribuido de cribado de lodos específicamente diseñado para realizar la separación sólido-líquida de material heterogéneo recolectado por equipos presión-succión directamente en los puntos de descarga estratégicos ubicados en la infraestructura sanitaria urbana, en donde el sistema permite que la fracción líquida sea retornada inmediatamente al alcantarillado sin requerir de transporte adicional, mientras que la fracción sólida es concentrada y preparada para transporte a distancias mínimas hacia instalaciones de tratamiento o disposición final.

30

El material procesado por el sistema de la invención corresponde a una mezcla heterogénea que incluye residuos ordinarios presentes en las redes de alcantarillado por disposición inadecuada, tales como bolsas, botellas, madera, papel, telas, plástico, restos de alimentos, colillas y desechos higiénicos, junto
5 con aguas residuales mayoritariamente domésticas y arenas y gravas procedentes de las calles y sistemas de drenaje.

De esta forma, las Figuras 1 a 5 presentan el sistema de cribado de lodos de la presente invención y que es objeto de protección, el cual está compuesto, en
10 general, por las siguientes partes o componentes:

- una estación de cribado fija ubicada estratégicamente en un punto de descarga de equipos presión-succión que recolectan lodos de redes de alcantarillado urbano;
- 15 • una estructura de cribado con rejillas metálicas de alta resistencia con perforación especializada para retención de material heterogéneo con dimensión superior a tamaño de orificio de rejilla, mientras permite paso de fracción líquida residual, y sistemas de apertura diseñados para material heterogéneo compuesto por residuos ordinarios, aguas
20 residuales y arenas;
- un sistema de canalización y desagüe para el retorno de la fracción líquida separada o aguas residuales de vuelta al alcantarillado sin requerir de transporte adicional;
- un sistema electromecánico de traslado y descarga de cargas del material
25 cribado, en donde dicho sistema electromecánico puede ser seleccionado entre tres configuraciones diferentes adaptables según condiciones topográficas del sitio de instalación, las cuales corresponden a:
 - o una primera configuración de sistema polipasto motorizado para elevación, traslación horizontal y descenso controlado de
30 canastillas de cribado,
 - o una segunda configuración de sistema malacate con rieles inclinados para movimiento en plano inclinado, y

- o una tercera configuración de motorreductores con rieles horizontales para movimiento en plano horizontal sin desnivel;
- unos contenedores de almacenamiento para sólidos cribados;
- unos sistemas operativos que incluyen ventanas para limpieza interna del tanque de los equipos presión-succión, pasarelas de acceso, cárcamos para recolección de aguas de limpieza, y sistemas para accionamiento aislado de los sistemas electromecánicos; y
- un sistema de energía solar fotovoltaica, el cual está compuesto por una pluralidad de paneles solares suficiente para generar la energía necesaria para la operación del sistema, sin limitaciones.

Así las cosas, el sistema de cribado de lodos recolectados por equipos presión-succión de la presente invención, se basa en el producto de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema y redes de drenaje urbano, particularmente adaptado para el sistema de alcantarillado de ciudades, tal como se ha mencionado.

Ahora, la principal característica distintiva de la presente invención radica en su capacidad de adaptación a múltiples configuraciones topográficas mediante la implementación de tres sistemas electromecánicos completamente diferentes, seleccionables según las condiciones específicas del sitio de instalación, como se definieron anteriormente. Adicionalmente, el presente sistema incorpora energía solar fotovoltaica integrada que proporciona autosuficiencia energética completa, eliminando así la dependencia de conexiones a red eléctrica externa.

En este sentido, en una modalidad preferida, la estación de cribado fija es posicionada o ubicada estratégicamente en los puntos de máxima confluencia de operaciones de los equipos presión-succión dentro del territorio urbano. Típicamente, dicha estación de cribado fija es ubicada en zonas de máxima edad de red de alcantarillado, es decir, que requiere limpieza más frecuente, en puntos de conexión entre sistemas de alcantarillado segregado y combinado, en

proximidad a depósitos municipales de vehículos presión-succión, y en puntos de descarga histórica convencional.

La ubicación de la estación de cribado fija debe cumplir con ciertos parámetros, tal como que se requiere un área de terreno en el rango de 40-100 m² dependiendo de la configuración, con acceso vehicular que permite entrada y salida de equipos presión-succión, en proximidad a red de alcantarillado para conexión de retorno de fracción líquida, y preferiblemente con topografía que permita la optimización según la configuración seleccionada.

Así mismo, de forma preferida, la estructura de cribado incluye una serie de rejillas metálicas de alta resistencia y unos sistemas de apertura específicamente diseñados para el material heterogéneo descrito, en donde dicha estructura incorpora una tolva receptora y una canastilla de cribado donde ocurre la separación física entre la fracción sólida y la fracción líquida del material descargado por los equipos presión-succión.

La canasta de cribado principal es preferiblemente fabricada en acero inoxidable o acero de alta resistencia y presenta paredes rígidas que previenen la deformación por carga del material heterogéneo, al tiempo que presenta unas dimensiones en los rangos de 2.5 a 3.5 metros de largo, 1.5 a 2.0 metros de ancho, y 1.0 a 1.5 metros de profundidad, así como una capacidad de retención preferida de 3 a 5 metros cúbicos de material heterogéneo.

Ahora bien, las rejillas metálicas de la estructura de cribado son fabricadas preferiblemente, pero no de forma limitante, en acero inoxidable o acero galvanizado y presentan un orificio circular que tiene un diámetro de aproximadamente 3 a 8 milímetros que es seleccionable según la granulometría requerida. Además, las rejillas presentan un área de 2 a 4 m² de superficie de cribado y un espacio útil bajo la rejilla de 0.5 a 0.8 metros para drenaje de fracción líquida.

Sumado a lo anterior, la estructura de cribado cuenta con una canastilla de finos, la cual complementa la canasta principal para captura de material fino que pasa a través de rejilla principal, la cual tiene una rejilla de tamaño de orificio más pequeño de aproximadamente 0.5 a 2 milímetros con una capacidad de 1 a 2 metros cúbicos adicionales.

Así mismo, dicha estructura de cribado tiene una tolva de descarga que corresponde a una estructura triangular o cónica que concentra el material sólido cribado y tiene una capacidad de almacenamiento temporal de aproximadamente 5 a 8 metros cúbicos y presenta una puerta de descarga controlable para permitir la carga en vehículos de transporte.

Ahora, con respecto al sistema de canalización y desagüe, dicho sistema está compuesto o comprende preferiblemente unos canales de drenaje que forman entre ellos una red de canales que capturan la fracción líquida que pasa a través de las rejillas y presenta una pendiente mínima de 1 a 2% que facilita el drenaje gravitacional, en donde preferiblemente dichos canales son fabricados en acero inoxidable, hormigón, o tuberías de drenaje, entre otros.

Así mismo, dicho sistema de canalización puede comprender una caja de sedimentación, el cual es un componente opcional y corresponde a un tanque que tiene aproximadamente de 2 a 4 m³ de volumen y que permite la sedimentación de material fino antes del retorno al alcantarillado, el cual permite un tiempo de retención de 5 a 10 minutos y presenta unas tuberías de descarga de sedimentos hacia la cámara de acumulación.

También, el sistema de canalización comprende un sistema de bombeo compuesto por una bomba sumergible que puede presentar una potencia de aproximadamente 2 a 4 kW para facilitar el retorno de agua residual hacia el alcantarillado, con un caudal de bombeo de aproximadamente 50 a 100 m³/hora y con unas tuberías de descarga de PVC o acero galvanizado con diámetro de 50 a 75 mm. A este sistema de bombeo se suman unas válvulas de control que

corresponden a unas válvulas de compuerta o esféricas para la regulación del caudal de retorno y unas válvulas de retención para prevenir el flujo inverso.

5 En una modalidad preferida, el sistema electromecánico de traslado se define de acuerdo con tres configuraciones completamente diferentes, seleccionables según condiciones topográficas específicas del sitio, tal como se indicó anteriormente, las cuales se definen más detalladamente a continuación.

10 Así en una primera configuración, el sistema electromecánico es un sistema polipasto motorizado que utiliza elevación y traslación horizontal mediante polipasto motorizado eléctrico, al tiempo que proporciona flexibilidad máxima de posicionamiento vertical. Este tipo de sistema es adecuado para espacios limitados con configuración prioritariamente vertical y está compuesto por:

- 15 • Un polipasto eléctrico que es un motor trifásico con potencia aproximadamente de 3 a 5 kW accionado por energía solar, con una capacidad de levantamiento de 5 a 8 toneladas, velocidad de elevación de 2 a 4 metros por minuto y presenta un freno electromagnético integrado que previene el descenso incontrolado y una capacidad de traslación
20 mediante riel o cadena lateral.
- Una estructura de soporte que consta de un pórtico de acero de alta resistencia fabricado con perfiles I o H con una altura total de 6 a 10 metros y tiene una base de hormigón con una profundidad mínima de 1 metro.
- 25 • Un riel de traslación horizontal fabricado preferiblemente en acero de 20 a 30 mm de diámetro con una longitud de 4 a 6 metros para permitir la traslación de la canastilla sobre la tolva de descarga y presenta también unos soportes intermedios dispuestos a una distancia aproximadamente de 2 metros entre ellos.
- 30 • Unos elementos de suspensión compuestos por cable de acero de 12 a 16 mm de diámetro y que presenta varias líneas de cable que distribuyen

la carga y con un cambio de diámetro de cable cada 6 a 12 meses según su uso.

En esta primera configuración, el sistema electromecánico tiene una operación de ciclo completo que inicia con una descarga inicial donde la canastilla de cribado es descargada por equipo presión-succión en posición inicial, seguido por una elevación donde el polipasto eleva la canastilla desde posición de descarga (0 metros) hacia altura máxima (6 a 8 metros). Luego, hay una traslación donde la canastilla es trasladada horizontalmente sobre tolva de descarga mediante movimiento del polipasto, seguido por un drenaje donde la fracción líquida se drena a través de rejillas durante el tiempo de elevación y traslación. Luego, se presenta un descenso donde la canastilla es descendida controladamente hacia posición de descarga inicial, y finalmente, hay una descarga de sólidos donde el material sólido cribado cae en la tolva de descarga. Todo este ciclo tiene un tiempo de ciclo de aproximadamente 10 a 15 minutos por canastilla.

Dicha primera configuración presenta la ventaja que permite la máxima flexibilidad de posicionamiento vertical, al tiempo que es aplicable en espacios limitados, facilita el acceso para mantenimiento, y permite un movimiento controlado mediante un sistema de freno.

Ahora, en una segunda configuración, el sistema electromecánico es un sistema de malacate con rieles inclinados, el cual utiliza una serie de rieles inclinados que aprovechan la topografía natural del terreno con el fin de proporcionar optimización energética mediante el componente gravitacional y es adecuado para terrenos con pendiente natural disponible. Los componentes principales de dicho sistema en la segunda configuración son los siguientes:

- Un malacate motorizado que cuenta con un motor trifásico con una potencia de aproximadamente 4 a 6 kW accionado por energía solar, el cual es un malacate de tambor único o doble con una capacidad de

aproximadamente 8 a 10 toneladas y una velocidad de arrollamiento de 2 a 3 metros por minuto, el cual además presenta un sistema de frenado con freno integrado en el malacate.

- 5 • Unos rieles inclinados fabricados preferiblemente en acero de 25 a 35 mm y montados sobre unos perfiles de soporte, los cuales presenta un ángulo de inclinación de 15 a 45 grados según la topografía disponible y tienen una longitud de 15 a 25 metros dependiendo del ángulo y la altura disponible, en donde dichos rieles tienen una separación entre ellos de 2.0 a 2.5 metros para acomodar ancho de carros.
- 10 • Unos carros o estructuras guiadas que tiene una estructura de acero que descansa sobre rieles inclinados y presentan unas ruedas de acero templado que ruedan sobre los rieles, con una canastilla de cribado montada sobre los carros y que tienen un peso total del carro con la canastilla de 3 a 5 toneladas vacío, y 8 a 10 toneladas lleno.
- 15 • Un cable de tracción fabricado en acero y que tiene de 16 a 20 mm de diámetro, el cual conecta el carro al malacate mediante una polea en la parte superior del riel y que presenta un sistema de poleas que multiplica la ventaja mecánica.
- 20 • Un sistema de frenado que corresponde a un freno electromagnético en el malacate, el cual tiene un sistema de seguridad antirretroceso que previene el deslizamiento incontrolado en pendiente y cuenta con unas zapatas de freno que actúan sobre el carril.

25 Teniendo en cuenta estos componentes de la segunda configuración, el sistema electromecánico opera desde una posición inicial baja en la cual los carros y la canastilla están en una posición baja del riel inclinado, luego el material heterogéneo recolectado por el equipo presión-succión es descargado en la canastilla. Luego, el malacate es accionado arrollando el cable y elevando los carros en el plano inclinado, donde los carros se desplazan hacia arriba en el riel

30 inclinado una elevación de 5 a 15 metros de altura. Luego, hay un drenaje durante el movimiento donde la fracción líquida se drena a través de las rejillas durante el movimiento ascendente y una vez alcanzada la posición superior, los

carros se detienen. Así, se hace una descarga de sólidos donde el material sólido cribado cae por gravedad en la tolva de descarga y así, los carros regresan a su posición inicial mediante la liberación controlada del freno, es decir, aprovechando el componente gravitacional para el descenso. Todo este ciclo

5 tiene una duración de aproximadamente 12 a 18 minutos por canastilla.

Esta segunda configuración presenta una serie de ventajas, dado que permite la optimización energética mediante el aprovechamiento del componente gravitacional, lo que se traduce en un menor consumo de energía en el retorno

10 al aprovechar la gravedad. Además, es una estructura más compacta que la definida en la primera configuración y aprovecha la topografía existente, reduciendo las obras civiles y presenta un movimiento más lento y controlado que reduce el estrés mecánico.

15 Finalmente, en una tercera configuración el sistema electromecánico es un sistema de motorreductores con rieles horizontales que utiliza un movimiento completamente horizontal en unos rieles sin desnivel, lo que proporciona máxima precisión de posicionamiento y operación en terrenos completamente planos, y es adecuado cuando se presenta una infraestructura plana. Dicho sistema en la

20 tercera configuración está compuesto por:

- Unos motorreductores eléctricos que presentan un motor trifásico de 2 a 3 kW de potencia y que es accionado por energía solar, con reductor integrado que define una relación de reducción de 10:1 a 15:1 y con un
- 25 eje de bajo torque pero muy elevado. Además, presenta un variador de frecuencia que permite el control de velocidad variable de 0-100% y una potencia total de motorreductores de 4 a 6 kW para dos unidades.
- Unos rieles horizontales preferiblemente fabricados en acero de 25 a 30 mm montados en un plano horizontal, los cuales tienen una longitud de 8
- 30 a 12 metros permitiendo el movimiento lateral y están separados entre sí aproximadamente de 2.0 a 2.5 metros.

- Unos carros guiados horizontales con una estructura de acero que descansa sobre los rieles horizontales y que presentan unas ruedas de acero templado que ruedan sobre los rieles horizontales, una canastilla de cribado montada sobre los carros y los cuales definen un peso total de 3 a 5 toneladas en vacío, o 8 a 10 toneladas lleno.
- Un sistema de transmisión de movimiento que puede ser seleccionado, dependiendo de las condiciones, de una cadena de transmisión de acero que conecta los motorreductores a los carros, una correa de transmisión sincrónica, o unos piñones sobre el riel con dientes para accionar el movimiento.
- Un sistema de posicionamiento que presenta un codificador rotatorio en la salida del motorreductor que mide el desplazamiento, con unos finales de carrera que detienen el movimiento en extremos del recorrido, y un sistema de control que regula la velocidad de movimiento.

De acuerdo con lo anterior, en esta tercera configuración el sistema en una posición inicial en la que los carros y la canastilla están en la posición inicial extrema del recorrido horizontal, luego el material heterogéneo recolectado por el equipo de presión-succión es descargado en la canastilla. Luego, los motorreductores accionan la transmisión, moviendo los carros horizontalmente, donde los carros se desplazan horizontalmente sobre los rieles una distancia de 8 a 12 metros, haciendo un drenaje durante el movimiento donde la fracción líquida se drena a través de las rejillas durante el movimiento. Una vez alcanzada la posición final sobre la tolva de descarga, el material sólido cribado es descargado en la tolva y los carros retornan a la posición inicial mediante inversión de movimiento de motorreductores. Todo este ciclo tiene un tiempo de duración aproximado de 8 a 12 minutos por canastilla.

Así las cosas, esta tercera configuración del sistema electromecánico tiene una serie de ventajas, dado que permite la operación en terrenos completamente planos sin requerir de una topografía específica, al tiempo que permite máxima precisión de posicionamiento mediante variador de frecuencia, con menor

consumo de energía total dado que no hay componente gravitacional que asistir y permite un movimiento suave y controlable, con fácil acceso para mantenimiento en rieles a nivel de piso.

- 5 Ahora, en otra modalidad preferida de la invención el sistema de energía solar fotovoltaica proporciona autosuficiencia energética completa para la operación de todos los componentes electromecánicos del sistema de cribado, el cual permite eliminar la dependencia de conexiones a red eléctrica externa, permitiendo así la instalación de estaciones de cribado en ubicaciones remotas
10 sin infraestructura eléctrica conectada.

Así, este sistema de energía solar genera típicamente excedentes de energía durante las horas de máxima irradiación solar, que pueden ser utilizados para alimentar las estaciones elevadoras de bombeo o sistemas
15 complementarios cuando estos existen en proximidad de la estación de cribado. Preferiblemente, dicho sistema de energía solar está compuesto por unos paneles solares fotovoltaicos con una potencia total aproximada de 8.2 kWp (kilovatios pico) y con eficiencia de conversión de aproximadamente 20 a 22%, los cuales se montan sobre una estructura que tiene un ángulo de inclinación
20 óptimo de 15 a 35 grados según latitud geográfica, la cual es fabricada en aluminio anodizado o acero galvanizado y con pernos anclados en estructura de la estación de cribado o en cimentación separada.

El sistema de energía solar también comprende un inversor de corriente que
25 convierte la corriente continua (DC) de los paneles solares a corriente alterna (AC) trifásica 380/220 V que alimenta los motores eléctricos del sistema de cribado, un sistema de almacenamiento de energía que proporciona capacidad de operación durante períodos de baja irradiancia solar, el cual puede ser baterías de litio con sistema integrado de gestión de batería. Además,
30 comprende un controlador de carga que gestiona el flujo de energía desde los paneles solares regulando la carga de las baterías y la distribución hacia la carga

de operación, un sistema de distribución eléctrica y su respectivo cableado compuesto por cables DC, cables AC, aislamiento y canaletas.

De acuerdo con lo definido anteriormente y con las características técnicas
5 esenciales del sistema de la presente invención, se puede evidenciar que el presente sistema representa una clara ventaja sobre los sistemas similares existentes, dado que permite una reducción de distancias de transporte, teniendo en cuenta que en los sistemas de cribado convencionales el punto de origen es la ubicación de operación del equipo presión-succión en zona urbana y el destino
10 es una planta de tratamiento o relleno sanitario que se encuentra ubicada aproximadamente a 30-80 km de distancia, con material transportado 100% volumen.

Por el contrario, con la presente invención el punto de origen es una ubicación
15 de operación del equipo presión-succión en zona urbana pero el primer destino es una estación de cribado localizada en proximidad, es decir, a 2-5 km, con un segundo destino (opcional) que es una instalación de tratamiento o disposición final de sólidos cribados ubicada a 5-15 km, donde el material transportado es únicamente 60% del volumen inicial, esto es, una reducción del 40%.

Lo anterior se traduce claramente un ahorro de distancia por operación, reducción de número de operaciones mensuales, así como una reducción de tiempo operacional, dado que en la operación convencional la recolección dura
20 30-45 minutos, el traslado hacia planta lejana es de 60-120 minutos, la descarga y retorno dura 45-60 minutos, lo que da como resultado un tiempo total de 240-300 minutos (4-5 horas), mientras que con la presente invención la recolección y descarga en la estación local se realiza en 30-45 minutos, el regreso a base es de 15-30 minutos, el tiempo de traslado de sólidos cribados (opcional) es de 15-30 minutos, con lo que el tiempo total sería de 90-150 minutos (1.5-2.5 horas), lo
25 que representa una reducción de tiempo de 50-60% de reducción por operación.
30

Sumado a lo anterior, dicha reducción en tiempo también se traduce y conlleva una clara reducción de consumo de combustible, que representa un ahorro económico y eventualmente genera beneficios ambientales al definir una reducción de emisiones de gases (CO₂) y una reducción de congestión de tráfico vehicular en la zona donde se utiliza o se aplica el sistema.

De acuerdo con lo anterior, la presente invención permite plantear una solución a una problemática crítica de la infraestructura sanitaria urbana basada en la ineficiencia logística extrema caracterizada por el transporte de material heterogéneo con contenido de humedad muy elevado (aproximadamente 75-85%) a distancias significativas (aproximadamente 30-80 kilómetros), generando costos operacionales prohibitivos, impactos ambientales acumulativos, y tiempo de operación extendido.

Aunque la anterior descripción define las modalidades preferidas de la presente invención, también se contempla dentro del alcance del presente documento las diferentes modificaciones que puedan ser evidentes para un experto en la materia, en donde dicho alcance no se encuentra de ninguna forma limitado a las modalidades preferidas, sino que se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas y la materia allí incluida.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema distribuido de cribado de lodos para separación sólido-líquida de material heterogéneo recolectado por equipos presión-succión en puntos de descarga ubicados en una infraestructura sanitaria urbana, caracterizado porque comprende:
- una estación de cribado fija ubicada en un punto de descarga de equipos presión-succión de recolección de lodos de redes de alcantarillado urbano;
 - una estructura de cribado con rejillas metálicas con perforación de retención de material heterogéneo y sistemas de apertura;
 - un sistema de canalización y desagüe de retorno de la fracción líquida separada o aguas residuales de vuelta al alcantarillado;
 - un sistema electromecánico de traslado y descarga de cargas del material cribado, el cual se selecciona de tres configuraciones según condiciones topográficas del sitio de instalación, definidas como:
 - o una primera configuración de sistema polipasto motorizado de elevación, traslación horizontal y descenso controlado de canastillas de cribado,
 - o una segunda configuración de sistema malacate con rieles inclinados de movimiento en plano inclinado, y
 - o una tercera configuración de motorreductores con rieles horizontales de movimiento en plano horizontal sin desnivel;
 - unos contenedores de almacenamiento para sólidos cribados;
 - unos sistemas operativos que incluyen ventanas de limpieza interna del tanque de los equipos presión-succión, pasarelas de acceso, cárcamos de recolección de aguas de limpieza, y sistemas de accionamiento aislado de los sistemas electromecánicos; y
 - un sistema de energía solar fotovoltaica.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la ubicación de la estación de cribado fija se hace en un área de terreno en el

rango de 40-100 m², con acceso vehicular, en proximidad a la red de alcantarillado.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la estructura de cribado incorpora una tolva receptora de descarga y una canastilla de cribado de separación física entre la fracción sólida y la fracción líquida del material descargado por los equipos presión-succión, en donde la canasta de cribado principal es fabricada en acero inoxidable o acero de alta resistencia y presenta paredes rígidas.

4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, caracterizado porque las rejillas metálicas de la estructura de cribado son fabricadas en acero inoxidable o acero galvanizado y presentan un orificio circular que tiene un diámetro de 3 a 8 milímetros seleccionable según granulometría requerida.

5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, 3 o 4, caracterizado porque la estructura de cribado además cuenta con una canastilla de finos que tiene una rejilla de tamaño de orificio de 0.5 a 2 milímetros.

6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque la tolva de descarga es una estructura triangular o cónica de concentración del material sólido cribado y con una capacidad de almacenamiento temporal de 5 a 8 metros cúbicos y presenta una puerta de descarga controlable.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de canalización y desagüe comprende unos canales de drenaje que forman entre ellos una red de canales y presenta una pendiente mínima de 1 a 2%, en donde dichos canales son fabricados en acero inoxidable, hormigón, o tuberías de drenaje, y además comprende una caja de sedimentación.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 7, caracterizado porque el sistema de canalización y desagüe además comprende un sistema de

bombeo compuesto por una bomba sumergible, unas válvulas de control de compuerta o esféricas, y unas válvulas de retención.

5 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en la primera configuración el sistema electromecánico está compuesto por:

- un motor trifásico accionado por energía solar;
- una estructura de soporte que consta de un pórtico de acero de alta resistencia fabricado con perfiles I o H y con una base de hormigón;
- un riel de traslación horizontal fabricado en acero y con unos soportes intermedios dispuestos a una distancia determinada entre sí; y
- unos elementos de suspensión compuestos por cable de acero y que presenta varias líneas de cable y con cambio de diámetro de cable.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en la segunda configuración, el sistema electromecánico está compuesto por:

- un malacate motorizado con un motor trifásico accionado por energía solar, donde dicho malacate es de tambor único o doble y que además presenta un sistema de frenado con freno integrado en el malacate;
- unos rieles inclinados fabricados en acero y montados sobre unos perfiles de soporte, los cuales presentan un ángulo de inclinación de 15 a 45 grados, donde dichos rieles tienen una separación entre ellos de 2.0 a 2.5 metros;
- unos carros o estructuras guiadas que tiene una estructura de acero que descansa sobre rieles inclinados y presentan unas ruedas de acero, con una canastilla de cribado montada sobre los carros;
- un cable de tracción fabricado en acero que conecta el carro al malacate mediante una polea en la parte superior del riel y que presenta un sistema de poleas; y
- un sistema de frenado electromagnético en el malacate que tiene un sistema de seguridad antirretroceso y unas zapatas de freno que actúan sobre el carril.

11.El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en la tercera configuración, el sistema electromecánico está compuesto por:

- unos motorreductores eléctricos con motor trifásico accionado por energía solar, con reductor integrado y un variador de frecuencia;
- unos rieles horizontales fabricados en acero montados en un plano horizontal;
- unos carros guiados horizontales con una estructura de acero que descansa sobre los rieles horizontales y que presentan unas ruedas de acero templado, una canastilla de cribado montada sobre los carros;
- un sistema de transmisión de movimiento seleccionado de una cadena de transmisión de acero que conecta los motorreductores a los carros, una correa de transmisión sincrónica, o unos piñones sobre el riel con dientes; y
- un sistema de posicionamiento con un codificador rotatorio en la salida del motorreductor, con unos finales de carrera, y un sistema de control de velocidad de movimiento.

12.El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el sistema de energía solar fotovoltaica está compuesto por unos paneles solares fotovoltaicos montados sobre una estructura con un ángulo de inclinación de 15 a 35 grados según latitud geográfica, un inversor de corriente, un sistema de almacenamiento de energía, un sistema de distribución eléctrica y el respectivo cableado.

13.El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material procesado es una mezcla heterogénea que incluye residuos ordinarios presentes en las redes de alcantarillado por disposición inadecuada, como bolsas, botellas, madera, papel, telas, plástico, restos de alimentos, colillas y desechos higiénicos, junto con aguas residuales y arenas y gravas.

RESUMEN

La presente invención se relaciona con un sistema integrado de cribado de lodos diseñado específicamente para el tratamiento in situ de residuos heterogéneos recolectados por equipos presión-succión de redes de alcantarillado urbano, en donde el sistema comprende particularmente una estructura de cribado con rejillas metálicas de alta resistencia diseñadas para material heterogéneo; un sistema electromecánico para traslado de cargas con tres configuraciones: polipasto (Tipo 1), malacate con rieles inclinados (Tipo 2), y motorreductores con rieles horizontales (Tipo 3); un sistema de canalización y desagüe para retorno de aguas residuales al alcantarillado; un sistema de energía solar fotovoltaica; y una separación efectiva sólido-líquida con reducción del 40% del volumen de lodo. De este modo, la presente invención soluciona el problema relacionado con la ineficiencia en la disposición de lodos extraídos del sistema de alcantarillado urbano.