

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 594**

51 Int. Cl.:

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 1/50 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2010** **E 10774232 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2015** **EP 2637976**

54 Título: **Método para soportar un transporte libre de emisiones y libre de depósitos de sulfuro en sistemas de alcantarillado hasta plantas de tratamiento de aguas residuales**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2015

73 Titular/es:

YARA INTERNATIONAL ASA (100.0%)
Bygdøy allé 2 P.O. Box 2464 Solli
0202 Oslo, NO

72 Inventor/es:

FRANKE, WOLFRAM

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 545 594 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para soportar un transporte libre de emisiones y libre de depósitos de sulfuro en sistemas de alcantarillado hasta plantas de tratamiento de aguas residuales.

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con un método para soportar un transporte libre de emisión y libre de depósitos de sulfuro en sistemas de alcantarillado hasta plantas de tratamiento de aguas residuales.

Antecedentes de la invención

- 10 El agua residual tiende a convertirse en séptica en cañerías a presión si no se trata con una fuente de oxígeno. Una vez que el agua residual se ha hecho séptica los procesos de degradación anaeróbica se iniciarán dando como resultado generalmente la formación de sulfuro de hidrógeno (H_2S).

- 15 Un método común para enlazar el H_2S es la adición de sales de hierro al agua residual séptica con lo cual se forma un sulfuro de hierro (FeS). El sulfuro de hierro es un sólido insoluble en agua, y su formación genera problemas debido a su precipitación así como por la influencia en la calidad de la arena y los lodos separados en la planta de tratamiento de aguas residuales. Otros métodos, como la adición de sales de nitrato, llevan a la producción de gas nitrógeno, el cual puede causar problemas operacionales especialmente en cañerías a presión sin válvulas de desgasificación.

- 20 El acondicionamiento del agua residual es una tecnología común para evitar emisiones. Hay disponibles varias diferentes metodologías y son beneficiosas para la mayoría de los casos. Cuando se trata de acondicionar agua residual en cañerías a presión que descansan en el fondo de lagos un problema especial limita hasta ahora la aplicación de agentes químicos: El alcantarillado está colocado sobre el fondo del lago de forma tan desigual, que no puede ser limpiado fácilmente y quedará atrapado gas en la tubería - lo que lleva a una rata de flujo drásticamente más lenta e incluso a flotación de grandes alcantarillas.

El primer problema impide el uso de sales de hierro comunes y el segundo problema el uso de sales de nitrato. Sin embargo se requiere un tratamiento de aguas residuales puesto que la corrosión, los riesgos para la salud y emisiones de olores son producidos por el H_2S .

- 25 Hay varios procesos conocidos para separar y/o eliminar el H_2S de las fases líquidas, por ejemplo la adición de cloruro de hierro férrico y/o ferroso. La US 5,948,269 divulga la adición de hierro alcalino en sistemas de residuos líquidos y de lodos para controlar la concentración de sulfuro de hidrógeno y otros compuestos malolientes. El proceso elimina el sulfuro y suprime la formación del molesto sulfuro adicional con una aplicación única. Compuestos de hierro alcalino de ejemplo son hidróxido ferroso, carbonato ferroso, bicarbonato ferroso, óxido ferroso hidratado, hidróxido férrico, carbonato férrico, bicarbonato férrico, hidróxido óxido férrico, óxido férrico hidratado, y mezclas de los mismos.

En la US 4,902,408 se divulga un proceso para eliminar sulfuro de hidrógeno usando una mezcla de hidrocarburos de 2-etilhexanoato de hierro.

Hay también algunos procesos conocidos para disolver o dispersar los sulfuros de hierro, por ejemplo:

- 35 La GB 2 257 428 se relaciona con una formulación química para controlar la emisión de olores de aguas residuales etc. Se divulga una formulación química que comprende uno o más aceites de monoterpenos disueltos en alcohol mezclados con al menos 1-cloroantraquinona y 2-cloroantraquinona. Un compuesto de hierro tal como carbonato ferroso, cloruro ferroso o cloruro férrico también puede ser incluido. La formulación puede ser añadida al lodo que va a ser procesado en un digestor anaeróbico para reducir la producción de sulfuro de hidrógeno.

- 40 La US 1,873,083 se relaciona con un método para el tratamiento de líquidos en pozos petrolíferos que involucran la adición de una mezcla de sales de metales alcalinos y una solución de álcali cáustica de taninos. Las sales de alcalinotérreos insolubles son precipitadas desde los líquidos del pozo en una forma pulverulenta y no acumulable.

La US 4,381,950 divulga un proceso para reducir la liberación de gas de sulfuro de hidrógeno durante la disolución de sulfuro ferroso con una solución ácida acuosa que contiene una cantidad efectiva de un aditivo que comprende al menos un miembro seleccionado del grupo consistente de ácido maleico, anhídrido maleico y las sales de metales alcalinos y amonio del ácido maleico.

5 La US 4,276,185 se relaciona con métodos y composiciones para eliminar depósitos que contienen sulfuro de hierro de superficies con mínima liberación de sulfuro de hidrógeno. Una composición compuesta de una solución acuosa básica de un agente quelante elegido del grupo consistente de ácido cítrico, ácido oxálico, ácido nitriloacético, ácidos alquilen poliamina poliacéticos y mezclas de tales agentes quelantes con un pH en el rango desde aproximadamente 8 hasta aproximadamente 10 es puesta en contacto con los depósitos durante un período de tiempo suficiente para que los depósitos sean disueltos en la misma.

10 La US 6,926,836 se relaciona con el tratamiento de un sistema de aguas que contiene en o está en contacto con un depósito de sulfuro metálico para inhibir, evitar, reducir, disolver o dispersar los depósitos de sulfuro de hierro. Una solución de tris(hidroxiorgano)fosfinas (THP) y tetrakis (hidroxi-organo) fosfonio sales (sales THP⁺) y (ii) suficiente de un quelante (amino-carboxilatos o aminofosfonatos) para proveer una solución que contiene de 0.1 a 50% en peso de dicha sal de THP o THP⁺ y de 0.1 a 50% en peso de dicho quelante, se pone en contacto con el depósito de sulfuro metálico para de esta manera disolver al menos parte de dicho depósito en dicha solución.

15 La US 2007/0108127 se relaciona con un método para el tratamiento de un sistema acuoso que contiene o está en contacto con un depósito de sulfuro metálico. El método comprende agregar a dicho sistema, separadamente o juntos, suficiente cantidad de una mezcla sinérgica que comprende una sal de THP⁺, una solución acuosa de un ácido fuerte (y opcionalmente una fuente de nitrógeno) para proveer una solución que contiene de 0.1% a 30% en peso de la sal de THP⁺ a un pH de menos de aproximadamente 1.0. El depósito es puesto en contacto con dicha solución, (disolviéndose por lo tanto al menos parte de dicho depósito en dicha solución) y el depósito disuelto es extraído del sistema.

20 Los lignosulfonatos (LS) son utilizados en aplicaciones en cemento y concreto, donde las moléculas cubren las partículas de cemento y retardan el proceso de hidratación. El proceso se basa en la formación de una pasta de partícula de cemento, de una forma que el proceso de hidratación comienza sólo lentamente. También hay otros procesos técnicos en donde los lignosulfonatos pueden ser utilizados para producir suspensiones.

25 La JP 6305200 divulga un método en donde la generación de sulfuro de hidrógeno es inhibida por la adición de una sal de hierro (sulfato ferroso o cloruro férrico) para convertir en lodo y permitir que la sal de hierro reaccione con el contenido de sulfuro en un tanque de almacenamiento. En la reacción se producen sulfuro de hierro y ácido sulfúrico o ácido clorhídrico y por lo tanto la generación de sulfuro de hidrógeno es inhibida. El lodo que ha reaccionado de esta manera desde el tanque de almacenamiento es mezclado con un agente de floculación de polímero alto y se potencia la eficiencia deshidratante.

30 Se han aplicado polielectrolitos orgánicos en el tratamiento de aguas en los procesos de espesamiento y coagulación/floculación de lodos. De acuerdo con Bolto, Brian A. et al (Guerra. Sci. Tech. vol. 34, número 9 pp. 117-124, 1996) pueden utilizarse floculantes orgánicos poliméricos como coagulantes primarios en vez de una sal inorgánica, en el tratamiento de muchos residuos industriales que son procesados adicionalmente por flotación. Está establecido que la densidad de carga del polímero catiónico debe ser seleccionada cuidadosamente.

35 A partir de la técnica anterior, por ejemplo, como la citada más arriba se conoce el uso de polímeros para soportar y facilitar la floculación y coagulación en procesos de separación, mientras en la presente invención el polímero es agregado para facilitar la dispersión.

40 Chack, J.J. et al ((1994) "Advanced primary treatment bridges the gap". Water Env. & Technol., 6, 49-53) divulga que los resultados de pruebas mostraron que la adición de una cantidad limitada de cloruro férrico en combinación con un polímero aniónico mejoró la demanda de oxígeno bioquímico primaria (BOD) y la eliminación de sólidos suspendidos (SS) sin perturbar el procesamiento de los sólidos. La dosificación óptima de cloruro férrico fue de 50 ppm durante 6 horas/día durante los flujos máximos diarios y 15 ppm durante el resto del día en combinación con una dosificación de 1 ppm de polímero aniónico.

En la EP 1 070 507 A1, se divulgan el uso de una composición que comprende un componente metálico y un aldehído, careciendo el agente de tratamiento de un surfactante, comprendiendo el componente metálico una fuente de zinc, plata, zirconio, magnesio, manganeso, aluminio, cobre combinado con aluminio, o cobre combinado con hierro, y siendo seleccionado el aldehído del grupo consistente de benzaldehído, glioxal, acetaldehído, glutaraldehído, citral, anisalaldehído, decanal y mezclas de los mismos, como agente para el tratamiento de biorresiduos.

La técnica anterior divulga métodos para eliminar metales del agua. Por ejemplo, la solicitud de patente de los Estados Unidos No. 2004/0010955 A1 se relaciona con un método para eliminar contaminantes metálicos del agua utilizando derivados de la lignina, tales como lignosulfonatos y lignina kraft, además de un coagulante, tal como una sal metálica, y una composición para incremento del pH. La solicitud de patente de los Estados Unidos N° 2007/205159 A1 divulga aun otro método, que contiene agua ácida residual de minería, en donde un lodo básico producido por dicho método es utilizado en el tratamiento de dichas aguas residuales, comprendiendo el método la mezcla del agua residual y una suspensión de caliza y dicho lodo básico, seguida por separación de dicha mezcla en un efluente acuoso y un lodo ácido, seguido posteriormente por la mezcla de dicho efluente con una suspensión de caliza y con una composición que comprende un compuesto de hierro, para producir una mezcla y una separación final de la mezcla de la última etapa en un efluente acuoso y dicho lodo básico.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra la reducción de sólidos suspendidos en un licor mixto (MLSS) con la cantidad de lignosulfonato de sodio.

La Figura 2 muestra que la reducción de sólidos suspendidos en el licor mixto (MLSS) tiene dependencia lineal con respecto a la relación de lignosulfonato de sodio a FeCl_2 .

La Figura 3 muestra la reducción de sólidos suspendidos de un licor mixto (MLSS) con la relación de lignosulfonato de sodio a FeCl_2 con el tiempo. La mayor parte de la reducción tiene lugar en el comienzo; por lo tanto el tiempo de reacción es corto.

Resumen de invención

La presente invención provee un método para acondicionar el agua residual séptica que comprende la etapa de agregar dicho agente a dicha agua residual séptica que requiere tratamiento. En particular, la presente invención provee un método para acondicionar agua residual séptica para evitar la formación de sulfuro de hidrógeno y evitar la precipitación subsecuente de FeS , que comprende la etapa de agregar simultáneamente al agua residual séptica una solución acuosa de sales de hierro, seleccionadas del grupo consistente de FeCl_2 , FeCl_3 , FeClSO_4 , FeSO_4 y mezclas de las mismas, las cuales reaccionan con un polímero aniónico, seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio, los cuales interactúan con el FeS formado a un sol coloidal estable a la precipitación.

La sal de hierro reacciona con los compuestos que contienen azufre para formar FeS y así previene la formación de sulfuro de hidrógeno, mientras que el polímero aniónico interactúa con el FeS formado a un sol coloidal estable a la precipitación.

Descripción detallada de la invención

La reacción química entre el hierro y el sulfuro es bien conocida. La dosificación estequiométrica es aproximadamente 3.9 mg FeCl_2 por 1 mg S^{2-} . Sin embargo, en general es necesaria una sobredosis del 50%. Una sobredosis de sal de hierro en comparación con la proporción estequiométrica tiene que ser utilizada puesto que otros constituyentes del agua residual pueden también reaccionar con los iones hierro. Utilizando básicamente una solución de FeCl_2 al 20% y considerando una carga de sulfuro de 1 mg/L , este demanda una dosificación de 29 mg/L que es igual a aproximadamente 21 ml/L .

El método de la invención usa además de sales de hierro, seleccionadas del grupo consiste de FeCl_2 , FeCl_3 , FeClSO_4 , FeSO_4 y mezclas de las mismas, la adición simultánea de un polímero aniónico, seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio. El uso de polímeros hidrofílicos como los así llamados coloides

protectores está descrito en la literatura para la protección de coloides hidrófobos contra la coagulación a alta concentración de electrolitos formando una envoltura hidrofílica alrededor de las partículas hidrófobas.

5 Siguiendo la invención el sulfuro de los compuestos de sulfuro solubles, especialmente H_2S , reacciona para formar FeS . Con el polímero aniónico agregado simultáneamente seleccionado del grupo consiste de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio, se forma un complejo nanoestructurado, que lleva a un sol coloidal estable contra la precipitación.

Después de ser transportado hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales los complejos de FeS y polímero aniónico, por ejemplo lignosulfonato pueden ser degradados fácilmente bajo la influencia del oxígeno.

10 Para alcanzar un transporte de sulfuro libre de emisiones y libre de depósitos en sistemas de alcantarilla se agrega al agua residual, de acuerdo con la presente invención, una mezcla de sal de hierro y un polímero aniónico seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio.

El producto de reacción es un complejo FeS -LS solido de tamaño muy pequeño, que forma un sol coloidal el cual evita la precipitación del FeS . El FeS no se deposita en alcantarillas a ratas de flujo y turbulencias comunes ni en periodos sin movimiento.

15 Efectos ventajosos adicionales de acuerdo con la invención son.

i) que el tamaño pequeño de las partículas soporta una oxidación más fácil en comparación con partículas más grandes que se presentan sin el tratamiento de acuerdo con la invención. Esto da como resultado una oxidación más rápida del sulfuro de hierro y el polímero en la trampa de arena aireada o en la planta de tratamiento biológica aireada.

20 ii) el lignosulfonato tiene un efecto inhibidor sobre el crecimiento de algunos microorganismos, por ejemplo hongos y bacterias. Este efecto reduce adicionalmente la producción de H_2S .

El método puede ser utilizado preferiblemente en cañerías bajo presión a través de lagos, subterráneas y similares porque aquí un método de preacondicionamiento libre de precipitación así como libre de desprendimiento de gas es particularmente beneficioso.

25 Pueden utilizarse varias sales de hierro en el agente, y las sales de hierro seleccionadas del grupo consistente de $FeCl_2$, $FeCl_3$, $FeClSO_4$, $FeSO_4$ y mezclas de las mismas; son particularmente adecuadas $FeCl_2$, $FeCl_3$, y mezclas de las mismas.

Se conocen varios polímeros aniónicos en la técnica que pueden ser utilizados en el agente de acuerdo con la invención. Sin embargo el lignosulfonato de hierro, lignosulfonato de sodio y lignosulfonato de calcio son preferidos.

30 En una realización de la invención se provee una mezcla acuosa tanto de una sal de hierro como de un polímero aniónico en la proporción en masa de sal de hierro a polímero aniónico, particularmente lignosulfonato en el rango de 1:0.5 a 1:1.5 calculada como sustancias libres de agua.

Las sales de hierro pueden ser provistas en una solución acuosa con una concentración de 20% a 40% en peso, y el polímero aniónico, por ejemplo lignosulfonato, puede ser provisto como una solución acuosa con una concentración de 10% a 30% en peso.

35 En otro aspecto de la invención se provee un método para el acondicionamiento de aguas residuales sépticas para evitar la formación de sulfuro de hidrógeno y evitar la precipitación subsecuente de FeS , en donde está comprendida la etapa de agregar simultáneamente una solución acuosa de sales de hierro, seleccionadas del grupo consistente de $FeCl_2$, $FeCl_3$, $FeClSO_4$, $FeSO_4$ y mezclas de los mismos, junto con un polímero aniónico, seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio, al agua residual séptica.

La dosificación de la solución polimérica de sal de hierro igual a la dosificación común para una solución de sal de hierro sola. Así la estrategia de dosificación o demanda en sí misma no son afectadas. Por ejemplo una concentración de sulfuro de 1 mg/L demanda una dosificación de 21 mL/L.

- 5 En una realización del método de acuerdo con la invención se provee una mezcla acuosa tanto de sales de hierro como del polímero aniónico en una proporción de masa de sal de hierro a polímero aniónico, particularmente lignosulfonato, en el rango de 1:0.5 a 1:1.5 calculado como sustancias libres de agua.

En una realización adicional del método de acuerdo con la invención la solución de sal de hierro y la solución de polímero aniónico se agregan como una mezcla de ambas soluciones.

- 10 En aun otra realización del método de acuerdo a la invención, la solución de sal de hierro y la solución de polímero aniónico son agregadas simultáneamente como soluciones separadamente.

Ciertas realizaciones de la invención son ilustradas por los ejemplos no limitantes a continuación.

Ejemplos

Caso de estudio 1 - El efecto general

- 15 En una prueba a escala de laboratorio se utilizaron reactores por lotes. Se produjeron muestras de fluidos de acondicionamiento con FeCl_2 como fuente de hierro. En un reactor se dosificó adicionalmente LS. El H_2S fue burbujeado en los reactores que contenían diluciones de estos fluidos de acondicionamiento. Después de un cierto tiempo de experimento el Fe^{2+} fue consumido y se formó el máximo de FeS . En los reactores no tratados con LS se produjeron sólidos insolubles. En las muestras tratadas con LS también se formó FeS (color gris oscuro) pero las partículas eran pequeñas invisibles- el líquido permaneció claro.

- 20 Caso de estudio 2 - Prueba de respuesta a la dosis:

- 25 En una prueba a escala de laboratorio se utilizaron reactores por lotes. Se mezclaron 400 ml de agua del grifo con 0.5 ml de una solución de FeCl_2 al 11%. Se agregaron diferentes dosificaciones de solución de lignosulfonato de sodio LS (20%) (0.0 ml, 0.1 ml, 0.25 ml y 0.5 ml). Las muestras fueron aireadas con 50 ppm de H_2S en gas nitrógeno. Mientras que la muestra que no contenía LS se hizo turbia, las muestras tratadas con LS permanecieron claras independientemente de la dosificación de LS. Se midió el contenido de sólidos suspendidos mezclados en el licor (MLSS) utilizando filtros de 0.8 μm . El resultado indica fuertemente una relación de respuesta lineal a la dosis entre LS y los sólidos suspendidos así como la reducción de MLSS tienen una dependencia lineal con respecto a la relación de Na LS a FeCl_2 . Los resultados se muestran en las Figuras 1 y 2.

Caso de estudio 3 – Efectos relacionados con el tiempo:

- 30 En una prueba a escala de laboratorio se utilizaron reactores por lotes. Se mezclaron 400 ml de agua del grifo con 0.5 ml de una solución de FeCl_2 al 11%. Se agregaron diferentes dosificaciones de solución de lignosulfonato de sodio (20%) (0.0 ml, 0.1 ml y 0.25 ml). Las muestras fueron aireadas con H_2S 50 ppm en gas nitrógeno. El contenido de sólidos suspendidos en licor mezclados (MLSS) fue medido utilizando filtros de 0.8 μm . El efecto de mantener los sólidos en solución parece ser independiente del tiempo durante al menos una hora. Las muestras fueron aireadas durante una hora adicionalmente. En esa etapa las muestras tratadas con LS tenían –después de la adición de LS- un color pardo más o menos oscuro. Las muestras fueron almacenadas durante 48 horas sin adición de H_2S pero con acceso de aire a través de la superficie de la muestra. Después de ese período de tiempo las muestras fueron verificadas visualmente: La muestra no tratada con LS era clara y los sólidos se habían asentado. Todas las muestras tratadas con LS eran claras sin ninguna precipitación y el color de las muestras tratadas con LS había cambiado de pardusco a verde. Los resultados son representados en la figura 3.

Caso de estudio 4 - Compatibilidad

En una prueba a escala de laboratorio se encontró que tanto Ca-LS como NA-LS pueden ser utilizados con FeCl_2 y FeCl_3 . El Na-LS puede ser usado adicionalmente con FeClSO_4 y FeSO_4 . Las mezclas de Ca-LS y FeClSO_4 o FeSO_4 mostraron un rendimiento reducido.

Caso de estudio 5 - Prueba de manejo

- 5 En pruebas de laboratorio y a gran escala se investigaron diferentes productos mezclados con respecto a su manipulación práctica. Especialmente se probaron la viscosidad y la posibilidad de dosificar el producto con bombas de membrana ordinarias. La investigación reveló que la concentración de sal de hierro está limitada preferiblemente a 20% en la solución acuosa. Esto es causado principalmente por el incremento de viscosidad debido al lignosulfonato y a mantener la relación necesaria entre la sal de hierro y el lignosulfonato.

10 Caso de estudio 6 - Prueba a gran escala

Una cañería a presión con una longitud de 5.2 kilómetros pasa por un lago de 1.5 km de diámetro. En el pozo de bombeo al inicio de la cañería a presión existe agua residual séptica con un fuerte olor de sulfuro de hidrógeno. Se dosificó una solución acuosa con sólidos disueltos al 35%, que contenía 17.5% de FeCl_2 y 17.6% de lignosulfonato de sodio en una relación 400 de ml/m^3 de agua residual dentro del pozo.

- 15 A la salida de la tubería a presión no se pudo observar olor de sulfuro de hidrógeno. Adicionalmente una monitorización a largo plazo de la fase gaseosa indicó que no había emisión significativa de H_2S . Se pasó una muestra del agua residual a un cilindro de vidrio. No se presentó precipitación de FeS aun después de un período de 6 horas.

El agua residual pudo ser manipulada fácilmente en la planta de tratamiento de aguas residuales. No hubo espuma adicional y el complejo Fe/lignosulfonato fue ya oxidado en la trampa de arena y en el tanque de asentamiento primario.

20

Reivindicaciones

1. Un método para el acondicionamiento de agua residual séptica para evitar la formación de sulfuro de hidrógeno y evitar la precipitación subsecuente de FeS,
caracterizado porque el método comprende la etapa de agregar simultáneamente al agua residual séptica una solución acuosa de sales de hierro, seleccionadas del grupo consistente de FeCl₂, FeCl₃, FeClSO₄, FeSO₄ y mezclas de las mismas, las cuales reaccionan con un polímero aniónico, seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio, el cual interactúa con el FeS formado hasta un sol coloidal, estable a la precipitación.
- 5 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado porque una mezcla acuosa tanto de las sales de hierro como de lignosulfonato en la proporción en masa de sal de hierro a polímero aniónico en el rango de 1:0.5 a 1:1.5 calculado como sustancias libres de agua se agrega al agua residual séptica.
- 10 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2,
caracterizado porque la mezcla es preparada a partir de soluciones acuosas de sales de hierro con una concentración de 20% a 40% y de soluciones acuosas de polímero aniónico con una concentración de 10% a 30%.
- 15 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 precedentes,
caracterizado porque la solución de sal de hierro y la solución de polímero aniónico pueden ser agregadas como una mezcla de ambas soluciones.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 precedentes,
caracterizado porque la solución de sal de hierro y la solución de polímero aniónico pueden ser agregadas simultáneamente como soluciones separadamente.
- 20 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 precedentes,
caracterizado porque las sales de hierro son seleccionadas del grupo consistente de FeCl₂ y FeCl₃, y el polímero aniónico es seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de calcio y lignosulfonato de sodio.
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 precedentes,
caracterizado porque las sales de hierro son seleccionadas del grupo que consistente de FeClSO₄ y FeSO₄, y el polímero aniónico es seleccionado del grupo consistente de lignosulfonato de sodio.
- 25

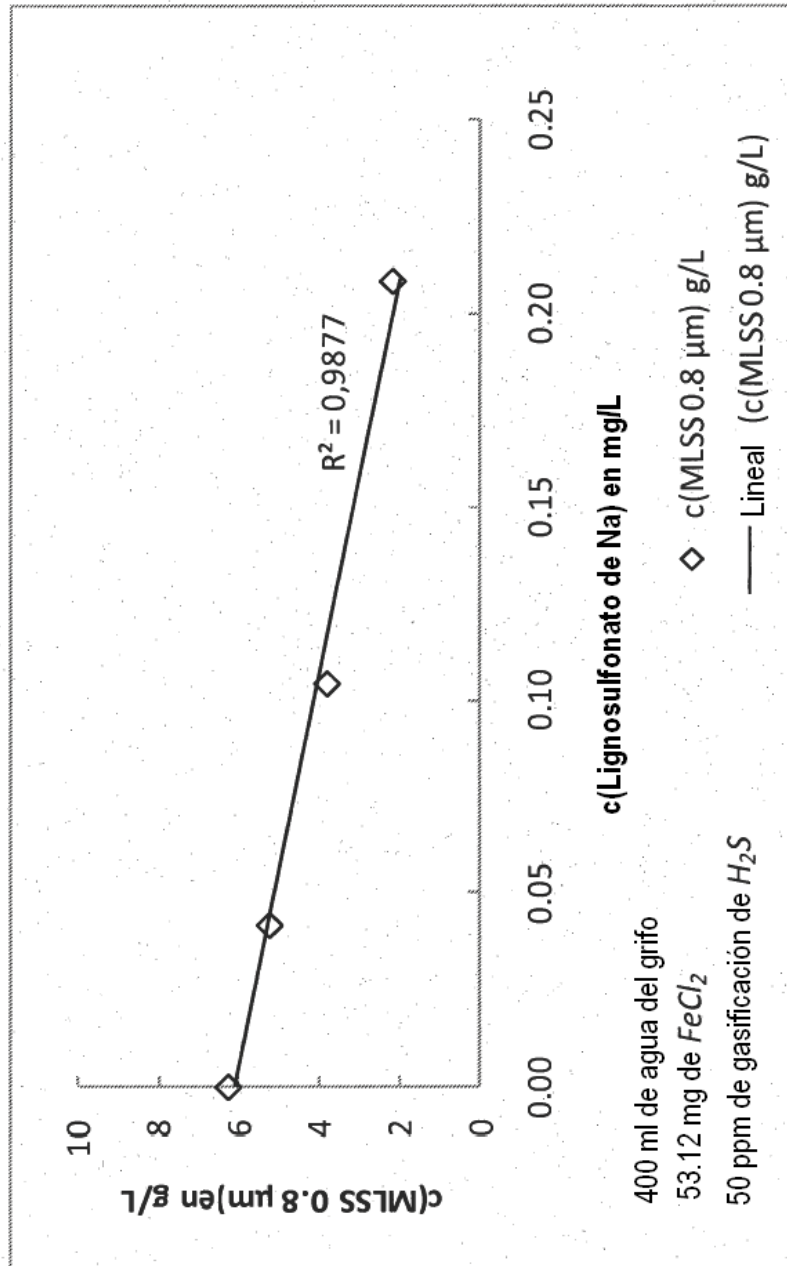


FIGURA 1

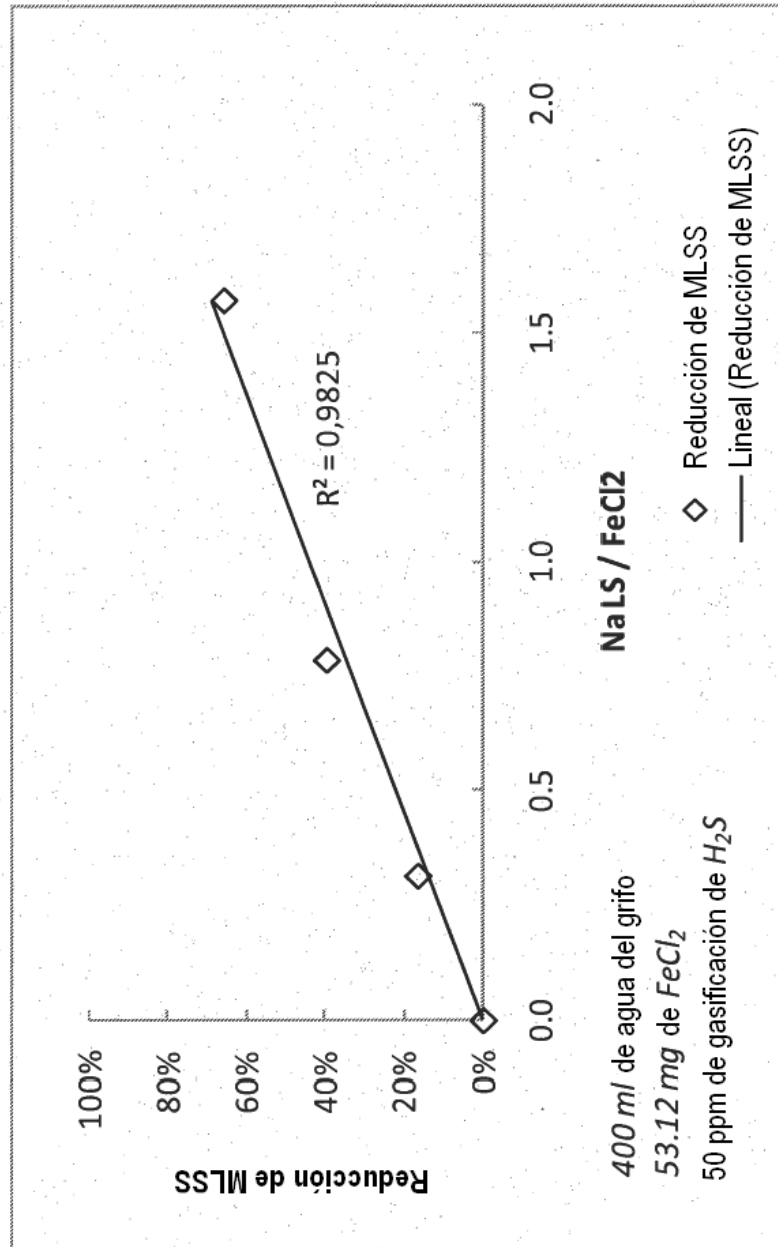


FIGURA 2

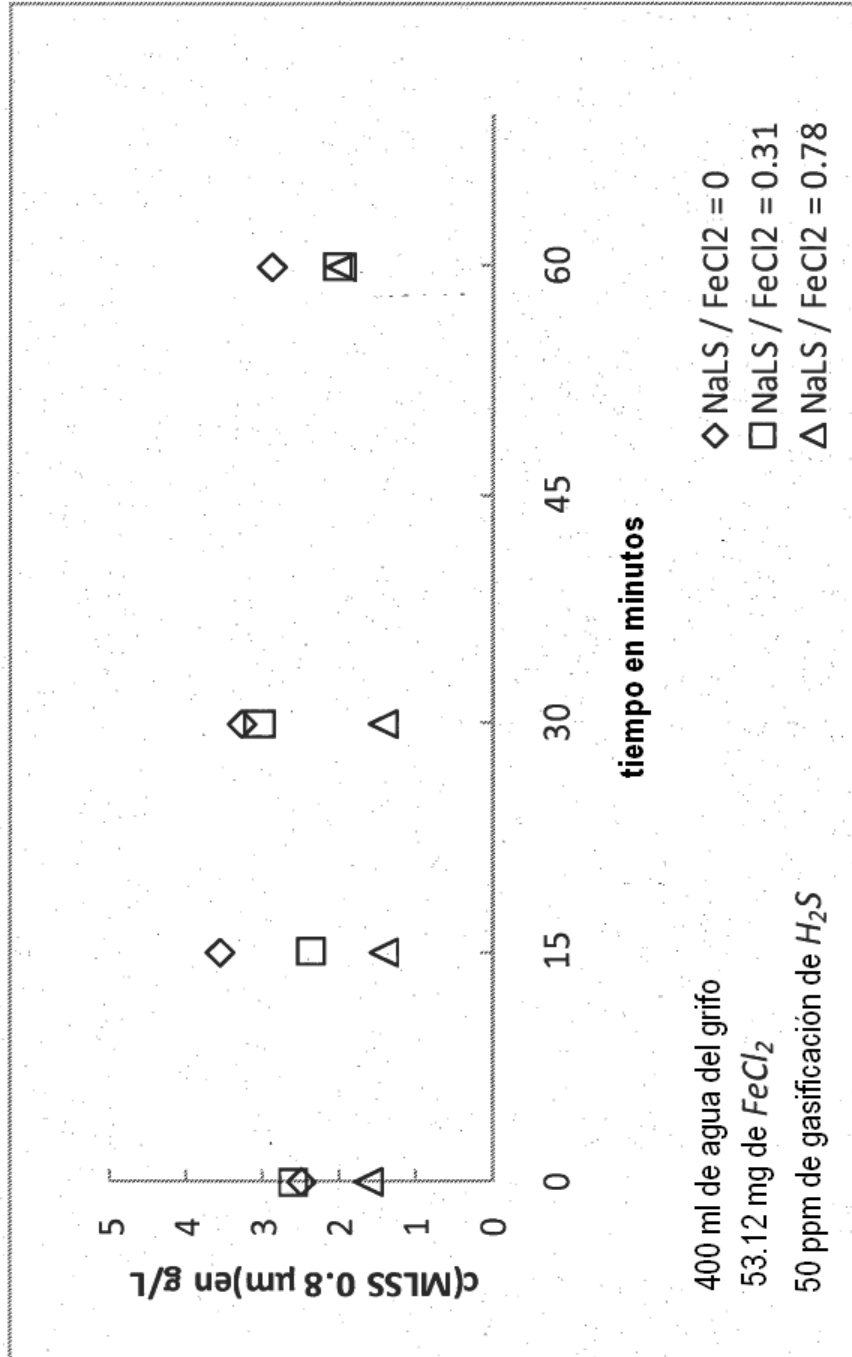


FIGURA 3