

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 954**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 1/68</b>	(2006.01) <i>C02F 1/00</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/50</b>	(2006.01) <i>C11D 17/00</i>	(2006.01)
<b>C11D 1/29</b>	(2006.01) <i>C02F 103/02</i>	(2006.01)
<b>C11D 1/62</b>	(2006.01) <i>B08B 3/04</i>	(2006.01)
<b>C11D 1/72</b>	(2006.01) <i>B08B 9/00</i>	(2006.01)
<b>C11D 3/48</b>	(2006.01) <i>C02F 1/76</i>	(2006.01)
<b>C11D 11/00</b>	(2006.01) <i>C02F 101/30</i>	(2006.01)
<b>A01N 37/36</b>	(2006.01)	
<b>B08B 9/08</b>	(2006.01)	
<b>C11D 3/20</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2013 PCT/IB2013/000439**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14155147**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2013 E 13874217 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 2807323**

54 Título: **Composición y procedimiento para tratar sistemas hidráulicos**

30 Prioridad:

**18.01.2012 US 201261587966 P**

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

**25.11.2020**

73 Titular/es:

**NCH CORPORATION (100.0%)  
2727 Chemsearch Blvd.  
Irving, Texas 75062, US**

72 Inventor/es:

**DENVIR, ADRIAN, J.;  
VELA, DAVID, F.;  
BURTON, CHRISTINA;  
COPELAND, KATRELL, D.;  
BOYETTE, SCOTT, M. y  
PEARCE, ROBERT, C., III**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI , Peter**

ES 2 795 954 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**

Composición y procedimiento para tratar sistemas hidráulicos

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

## 1. Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a una composición, un sistema, y un procedimiento de tratamiento para tratar sistemas hidráulicos para incrustaciones, biopelículas y crecimiento microbiano, y corrosión. Esta invención es particularmente útil en aplicaciones antropogénicas de refrigeración y agua enfriada, tales como torres de refrigeración, y en sistemas de desagüe, tales como desagües de suelos, desagües hospitalarios y urinarios sin agua.

## 15 2. Descripción de la técnica relacionada

Los sistemas hidráulicos antropogénicos son componentes críticos que se encuentran comúnmente en la mayoría de las instalaciones productoras de energía del mundo, plantas industriales y de fabricación, hospitales y otros complejos y edificios institucionales. Estos sistemas consumen alrededor de 2650 billones de litros (700 billones de galones) de agua anualmente con un coste de 1,8 billones de dólares sólo en costes de manipulación de aguas residuales. Todos estos sistemas hidráulicos antropogénicos requieren alguna forma de tratamiento, ya sea químico o no químico, para controlar la acumulación de incrustaciones, biopelículas y otros subproductos de corrosión en las superficies de transferencia de calor importantes que son necesarias para un funcionamiento eficiente del sistema.

25 Para sistemas hidráulicos que implican intercambio de calor, tales como torres de refrigeración, un tratamiento efectivo para eliminar estos contaminantes y prolongar el tiempo antes de que los sistemas vuelvan a contaminarse puede ahorrar una importante cantidad de dinero. Un tratamiento eficaz y exhaustivo puede ahorrar costes de mano de obra y productos químicos de tratamiento reduciendo la frecuencia de los tratamientos periódicos o la cantidad de productos químicos necesarios para el mantenimiento rutinario y/o tratamientos periódicos. Dicho tratamiento también puede ahorrar costes de energía mediante la operación de superficies limpias de intercambio de calor. El ensuciamiento de las superficies de intercambio de calor cuesta a la industria estadounidense cientos de millones de dólares cada año y está directamente relacionado con un aumento del consumo de energía de casi 3 billones de Btus (el cuádruple) anualmente.

35 Para maximizar el uso del agua y minimizar el derroche, muchos de estos sistemas emplean una serie de tratamientos químicos que protegen el sistema contra incrustaciones, la formación de biopelículas y corrosión. Por ejemplo, el producto Chem-Aqua 15000 MTP es uno de los tratamientos químicos de torres de refrigeración más comunes, el cual contiene 2-fosfonobutano-1,2,4- ácido tricarbóxico y una serie de polímeros de alto rendimiento para evitar la formación de incrustaciones de carbonato de calcio, azoles para inhibir la corrosión del cobre y pequeñas cantidades de molibdato para el análisis de trazas. Los tratamientos con productos químicos tales como el producto Chem-Aqua 15000 MTP pueden utilizarse con una serie de biocidas no oxidantes, incluyendo Bacticide 45, que es una solución de gluteraldehído al 45%, Coolicide, que es una solución de amonio poli-cuaternario al 15%, o una solución de isotiazolina al 1,5%. En los sistemas de torres de refrigeración industriales más grandes y las torres de refrigeración para instalaciones de carbón y nucleares, es más común utilizar hipoclorito de sodio, bromuro de sodio al 40%, o cloruro de bromo líquido al 11% como desinfectantes.

45 Estos tratamientos químicos permiten reutilizar y reciclar el agua varias veces antes de que sea necesario descargar el agua y reemplazarla por agua limpia. Aumentar la duración durante la cual el agua puede circular reduce significativamente la cantidad de agua que se descarga al sistema de alcantarillado y minimiza la cantidad de agua de reposición que se necesita para reemplazar la purga. Los tratamientos químicos también mantienen la eficiencia de la torre de refrigeración y el sistema de intercambiador de calor. Muchas composiciones y procedimientos de tratamiento de la técnica anterior implican el uso de productos químicos líquidos, transportados típicamente en grandes bidones, lo que puede hacer que el transporte y la manipulación de las composiciones químicas sean más difíciles y costosos. Además, muchas composiciones y procedimientos de tratamiento de la técnica anterior pueden dañar los componentes del sistema hidráulico que se está tratando ya que los productos químicos utilizados son altamente corrosivos. Existe también un inconveniente ambiental para los tratamientos. Se estima que cada año se descargan 243 billones de kg (536 billones de libras) de productos químicos para el tratamiento del agua como resultado de tratamientos de torres de refrigeración, lo que puede afectar a una variedad de especies que viven en zonas cercanas o en las vías fluviales que reciben la descarga. Es deseable, por lo tanto, utilizar productos químicos de tratamiento que sean considerados menos tóxicos. Por ejemplo, el ácido cítrico y el citrato de sodio, que ambos son aditivos alimentarios aprobados, se han utilizado en composiciones de tratamiento.

Muchas composiciones y procedimientos de tratamiento de la técnica anterior también son efectivos para eliminar biopelículas o requieren el uso de biocidas fuertemente ácidos, oxidantes y tóxicos para la eliminación. Las

biopelículas contienen comunidades mixtas de bacterias que incluyen diversas especies incrustadas en un exopolímero o "capa de limo". A medida que las bacterias comienzan a adherirse a una superficie, éstas secretan polímeros, tales como polisacáridos y glucoproteínas denominadas fibronectina. Éstos permiten que las bacterias se adhieran a una superficie y formen la capa de acondicionamiento de la biopelícula. Una vez que se ha formado una superficie confluyente de células sésiles, se capturará cualquier otra bacteria que entre en contacto con esta capa. De este modo, unidas de esta manera, estas células bacterianas comienzan a producir orgánulos de anclaje y otros compuestos, permitiendo que se forme una capa secundaria en la parte superior de la capa de acondicionamiento. A medida que las células continúan uniéndose y acumulándose, las capas subyacentes continúan reproduciéndose y se crea un grupo bacteriano denso. A medida que se forman estas capas de biopelícula, también se acumulan otros desechos orgánicos e inorgánicos que crecen dentro de la tubería, lo que restringe el flujo y provoca obstrucciones.

En sistemas de desagüe, tales como desagües hospitalarios, desagües de aguas residuales industriales y urinarios sin agua también se dan problemas similares, particularmente con las biopelículas. Durante un uso normal, los desagües y los sistemas de desagüe transportan líquidos tales como agua, orina o fluidos de procesamiento a las instalaciones de tratamiento o descarga. Aunque algunos de estos líquidos son estériles cuando entran en los sistemas de desagüe, es prácticamente imposible mantener todos los líquidos estériles cuando ingresan al ambiente exterior. A medida que pasan a través del sistema de desagüe, acumulan micro-flora natural y otros microorganismos heterotróficos que, con el tiempo, dan como resultado la formación de biopelículas a lo largo de las superficies de las paredes de las tuberías. En hospitales, especialmente en centros de diálisis, esto podría presentar un riesgo directo de infección para los pacientes. Las biopelículas también pueden crecer rápidamente y provocar desagües y tuberías obstruidas en los sistemas de desagüe.

Se estima que los productos y servicios para la limpieza y reparación de desagües y sistemas de desagüe en todo el mundo superan los 2 billones de dólares anuales, la mayoría de los cuales se deben a costes laborales que consumen 0,87 dólares por cada dólar gastado. Al igual que con los productos químicos utilizados para limpiar torres de refrigeración y sistemas hidráulicos industriales similares, las tecnologías de limpieza y reparación de desagües de la técnica anterior utilizan productos químicos agresivos, incluyendo compuestos ácidos o básicos concentrados. Estos compuestos requieren un manejo especial y deben almacenarse en el sitio o requieren dispositivos de limpieza eléctricos especiales, tales como chorros de agua o máquinas de tambor y seccionales que requieren operarios experimentados. También suelen implicar costes adicionales para el equipo de protección para los operarios que manipulan los productos químicos y costes de formación adicionales.

Muchos de los productos químicos para la limpieza de desagües se comercializan en forma sólida o líquida y se clasifican en desatascadores de desagües alcalinos, desatascadores de desagües ácidos, o limpiadores de desagües enzimáticos. Los desatascadores de desagüe alcalinos vienen en forma sólida o líquida y típicamente contienen hidróxido de sodio o potasio, así como hipoclorito de sodio. En algunos casos, los desatascadores de desagües alcalinos se venden como mezclas de dos partes que formarán una espuma cuando se mezclen en el desagüe. Los desatascadores de desagües alcalinos pueden disolver proteínas y grasas dentro del desagüe a través de una hidrólisis alcalina de la amida o éster. Los desatascadores de desagües ácidos generalmente contienen un ácido fuerte tal como ácido sulfúrico que disuelve las grasas y las proteínas a través de un mecanismo de hidrólisis ácida. También presentan propiedades deshidratantes que ayudan a disolver el papel. A diferencia de los desatascadores de desagües alcalinos, la mayoría de estos limpiadores ácidos tienen que ser aplicados por un operario con licencia. Los limpiadores de desagües enzimáticos utilizan cultivos bacterianos y enzimas concentradas que reaccionan con residuos orgánicos en las paredes de las tuberías, disolviéndolos para mantener el flujo de desagüe. Estos limpiadores de desagüe están destinados a utilizarse como tratamientos de mantenimiento general y no para eliminar obstrucciones o taponamientos que ya se han formado. Se conocen también en la técnica anterior limpiadores mecánicos de desagües e implican una serie de técnicas mecánicas y físicas para desatascar y limpiar los sistemas de desagüe, que pueden utilizarse solos o en combinación con limpiadores químicos. Estos limpiadores mecánicos incluyen sistemas de barrena, sistemas de ráfagas de aire, desatascadores de fontanero, y sistemas de chorro de agua. Estos sistemas mecánicos son ventajosos ya que no tienen los riesgos asociados al almacenamiento y el uso de productos químicos agresivos y son relativamente económicos y están disponibles para alquilarlos en la mayoría de las ferreterías. Sin embargo, el inconveniente es que la extracción mecánica de obstrucciones y otros depósitos biológicos con estos procedimientos puede expulsarse al medio ambiente, poniendo al operario y a otras personas próximas en riesgo de exposición a patógenos biológicos. Esto es especialmente preocupante en hospitales y centros de diálisis donde se tratan pacientes inmunocomprometidos.

El documento DE 198 59 774 A1 describe un agente de limpieza que tiene dos fases. Cuando se mezclan ambas fases, puede aparecer turbidez en la interfaz. Por lo tanto, se proporciona por lo menos ácido cítrico o adicional o alternativamente un citrato. El ácido cítrico, citrato, se utiliza en dicho documento para eliminar la turbidez. Además, el documento US 2008/035580 A1 describe una composición para el tratamiento del agua. La composición en dicho documento se utiliza en forma líquida. En general, la solución de tratamiento requiere una sal de metasilicato, carbonato, gluconato, sulfato o aluminio. También pueden estar presentes componentes adicionales. Pueden ser aditivos quelantes y/o aditivos antioxidantes.

## SUMARIO DE LA INVENCION

5 En particular, se presenta, de acuerdo con la presente invención, una composición para tratar un sistema hidráulico para reparar biopelícula. La composición presenta las características definidas en la reivindicación 1. Además, se presenta un procedimiento para eliminar biopelícula y tratar un sistema hidráulico. Este procedimiento puede tener las características de la reivindicación 7. Se presenta, además, un procedimiento para tratar un sistema hidráulico. Este procedimiento tiene las características definidas en la reivindicación 14. Además, en las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas.

10 A continuación se describen una composición, un sistema y un procedimiento de tratamiento químico para el tratamiento de sistemas hidráulicos, tales como sistemas antropogénicos de refrigeración y agua enfriada y sistemas de desagüe, incluyendo desagües diálisis y rayos X, urinarios en baños portátiles, desagües "p-trap", y urinarios sin agua. En general, estos sistemas hidráulicos son "con flujo" (o circulantes o que implican fluidos en movimiento) o sistemas "sin flujo" (o sistemas no circulantes) en función de si fluye agua a través del sistema en el momento del tratamiento. Por ejemplo, una torre de refrigeración típicamente sería un sistema con flujo ya que durante el tratamiento circula agua por el sistema, mientras que un desagüe normalmente sería un sistema sin flujo ya que durante el tratamiento no pasa agua por el desagüe. Hay realizaciones preferidas para ambos tipos de sistemas hidráulicos descritos aquí; sin embargo, con modificaciones que entienden los expertos en la materia, un sistema hidráulico puede pasar de un sistema con flujo a un sistema sin flujo, según se desee, y una realización preferida para un tipo de sistema puede adaptarse para la aplicación a un sistema hidráulico que típicamente se considere que es el otro tipo de sistema (por ejemplo, aplicación de una realización sin flujo a una torre de refrigeración) dentro del alcance de la invención.

25 Para un sistema hidráulico con flujo, el sistema de tratamiento puede comprender una corriente lateral y un alimentador de producto de tratamiento que contiene un producto de tratamiento sólido, preferiblemente un producto de acuerdo con la composición de tratamiento de la invención. Una parte del agua del sistema que se está tratando se desvía hacia la corriente lateral, donde contacta y disuelve el producto de tratamiento sólido en el alimentador del producto. La corriente lateral, con el producto de tratamiento disuelto, se vuelve a introducir en el sistema hidráulico para su posterior dilución y circulación en todo el sistema. El agua que contiene el producto de tratamiento disuelto se hace circular por todo el sistema hidráulico durante un período de tiempo efectivo. El sistema de tratamiento incluye preferiblemente una estructura de corrosión/monitor de corrosión y un medidor de conductividad para controlar la efectividad del producto de tratamiento y el nivel de corrosión producida por el producto de tratamiento en los componentes del sistema hidráulico que se está tratando. De acuerdo con otra realización preferida, el sistema de tratamiento comprende un mecanismo de filtración en línea para filtrar aglomerados de biopelícula desprendidos por la composición de tratamiento.

40 Una composición de tratamiento de acuerdo con una realización preferida de la invención, aplicable tanto a sistemas hidráulicos con flujo como a sin flujo, comprende agentes quelantes químicos (ácidos orgánicos o inorgánicos y sus correspondientes sales neutras para el secuestro de iones metálicos de la biopelícula, incrustaciones duras, y volumen de agua) y un tensioactivo. El ácido cítrico y el citrato de sodio son agentes quelantes preferidos y el bromuro de tetradeciltrimetilamonio es un tensioactivo preferido. Cuando se añade al agua del sistema hidráulico con flujo que se está tratando o con un volumen de agua determinado en una formulación líquida o espumante preferiblemente premezclada, lista para utilizarse para el tratamiento de sistemas hidráulicos que sin flujo, estos reactivos están preferiblemente en concentraciones de por lo menos sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005. tensioactivo 0,00015 M, pero no mayor de sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 M y tensioactivo 0,0015 M. Se utiliza también preferiblemente uno o más inhibidores de corrosión, particularmente inhibidores de cobre, tales como toliltriazol ("TTA"), con los reactivos en la composición de tratamiento en concentraciones de acuerdo con las especificaciones de la etiqueta, típicamente de 2 ppm-17 ppm. Se añade o se utiliza preferiblemente también un biocida secundario y/o agentes anti-espumantes con la composición de tratamiento para controlar microorganismos y parásitos de agua y la formación de espuma.

55 Para lograr las concentraciones mínimas de composición de tratamiento descritas anteriormente para tratar un sistema hidráulico de pequeño volumen, sería necesario transportar grandes volúmenes de productos químicos a base de líquido incluso si el volumen del sistema hidráulico que se está tratando es relativamente pequeño. El transporte y la manipulación de grandes volúmenes de productos químicos líquidos es costoso y puede ser peligroso para el personal involucrado en el proceso de limpieza. Es posible producir y transportar volúmenes más pequeños de productos químicos líquidos concentrados para utilizarse como composición de tratamiento. Utilizando ciertos agentes quelantes y determinados tensioactivos, tales como bromuro de tetradeciltrimetilamonio y cloruro de dideciltrimetilamonio, es posible una fórmula líquida concentrada de 70x. Sin embargo, el uso de una fórmula líquida concentrada limita el tipo de tensioactivo que puede utilizarse, ya que determinados tensioactivos, tales como SugaQuats, precipitarán de la solución haciendo que la mezcla quede inactiva. Además, el transporte y la manipulación de composiciones de tratamiento de líquidos concentrados pueden ser todavía más costosos y

peligrosos que si la composición de tratamiento fuera en forma sólida. Preferiblemente, por lo menos un componente de la composición de tratamiento es en forma sólida que utilice agua en el sistema que se está tratando para disolver y diluir la composición.

5 Los sistemas de desagüe generalmente requieren pequeñas cantidades de productos químicos de tratamiento. Si bien el manejo de tales productos químicos puede ser peligroso, generalmente no se encuentran problemas relacionados con el transporte de grandes cantidades de productos químicos. Además, a diferencia de otros sistemas hidráulicos circulantes, puede ser más difícil que la composición de tratamiento entre en contacto con todas las superficies contaminadas en un sistema de desagüe. Preferiblemente se utiliza una formulación pulverizada, de aerosol inundado o espumante para la composición de tratamiento para sistemas de desagüe para ayudar a que el tratamiento llegue a todas las superficies del desagüe.

15 Un procedimiento adicional para tratar sistemas hidráulicos puede comprender las etapas de (1) purgar o drenar el sistema hidráulico y volver a llenar, según sea necesario, para eliminar el agua existente y cualquier composición de tratamiento de agua previa que pueda reaccionar o interferir con la composición de tratamiento; (2) determinar el volumen de agua total en el sistema y volver a llenar el sistema con agua; (3) añadir una composición de tratamiento para que las concentraciones finales de reactivos activos en el sistema hidráulico sean mayores de sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M; (4) opcionalmente añadir inhibidores de corrosión (típicamente 2 ppm como mínimo), agentes anti-espumantes y/o un biocida secundario, según se desee; (5) hacer circular el agua con la composición de tratamiento por todo el sistema durante un tiempo suficiente; (6) probar periódicamente el sistema para detectar productos de corrosión para controlar los efectos corrosivos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico; (7) filtrar el agua para eliminar los sólidos desalojados y aglomerados de biopelícula y controlar el filtro para su reemplazo si es necesario; y (8) purgar o drenar el agua que contiene la composición de tratamiento del sistema hidráulico después de un tiempo de tratamiento suficiente y eliminar cualquier sólido restante en el sumidero u otro depósito de agua o zonas de flujo bajo del sistema, rellenando después con agua limpia. Un procedimiento para tratar sistemas hidráulicos de acuerdo con una realización preferida de la invención para un sistema hidráulico con flujo periódico o no circulante comprende las etapas de: (1) opcionalmente descargar el sistema hidráulico con agua limpia; (2) opcionalmente, preparar una composición de tratamiento líquida, en aerosol, o espumante en el sitio de tratamiento de modo que las concentraciones finales de reactivos activos en el sistema hidráulico sean mayores que sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M en base al volumen de agua utilizada para preparar el tratamiento (alternativamente, la composición de tratamiento puede transportarse como una formulación premezclada o lista para usar); (3) aplicar la composición de tratamiento al sistema hidráulico mediante vertido, pulverización o espuma; (4) opcionalmente añadir inhibidores de corrosión (típicamente 2 ppm como mínimo) y/o un biocida secundario, según se desee; (5) volver a aplicar la composición de tratamiento al sistema hidráulico según sea necesario para que el tiempo de contacto total de la composición de tratamiento sustancialmente con todas las superficies contaminadas en el sistema hidráulico sea suficiente; (6) opcionalmente probar periódicamente el sistema para detectar productos de corrosión para controlar los efectos corrosivos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico; y (7) opcionalmente enjuagar el sistema hidráulico con agua limpia.

40 Tal como se utiliza aquí, agua "limpia" incluye cualquier fuente de agua que se suministre al sistema hidráulico desde una fuente de agua accesible, tal como un suministro de agua municipal, un pozo, río, estanque o lago, o agua reciclada de otro proceso industrial. Más típicamente, este agua proviene de un suministro municipal de agua. Estos procedimientos dan como resultado una limpieza a fondo del sistema hidráulico, después de lo cual pueden reanudarse otros regímenes de tratamiento de agua convencionales y estos procedimientos pueden utilizarse para el mantenimiento periódico. Más preferiblemente, las concentraciones de reactivos activos de la composición de tratamiento que se utilizan con estos procedimientos preferidos (cuando se mezclan con el agua del sistema para un sistema hidráulico con flujo o cuando se mezclan con un volumen de agua determinado de una fuente externa para un sistema hidráulico sin flujo) son sal neutra 0,005 M, sal ácida 0,003 M, tensioactivo 0,00075 M. También se prefiere que las concentraciones no excedan de sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 M y tensioactivo 0,0015 M, ya que concentraciones más altas pueden resultar en una corrosión excesiva en sistemas hidráulicos que tienen componentes de cobre, acero dulce y acero galvanizado. También se prefiere añadir inhibidores de corrosión disponibles en el mercado (particularmente inhibidores de cobre si el sistema hidráulico tiene componentes de cobre), agentes anti-espumantes (o espesantes espumantes, si se desea espuma para su aplicación en sistemas hidráulicos sin flujo) y biocidas en cantidades indicadas en las etiquetas del producto, junto con la composición de tratamiento.

50 Una ventaja de la composición y los procedimientos de la invención es que se elimina eficazmente la biopelícula y la incrustación que no se eliminan eficazmente mediante protocolos de tratamiento convencionales de la técnica anterior. La composición de tratamiento mejora el rendimiento global del tratamiento como resultado de una interacción sinérgica entre los reactivos de la composición. La composición de tratamiento, que preferiblemente tiene reactivos en forma sólida que se disuelven en el sitio utilizando el agua en el sistema que se está tratando, también disminuye los costes y riesgos asociados al transporte y la manipulación de grandes volúmenes de productos

químicos para el tratamiento de líquidos. Además, los procedimientos de la invención proporcionan una limpieza óptima a la vez que minimizan el daño a los materiales que conforman el sistema hidráulico que se está tratando.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 El sistema y el procedimiento de la invención se describen y explican en detalle en relación con los siguientes dibujos en los cuales:

10 La figura 1 es una vista en alzado lateral de una realización de un sistema de tratamiento de agua de acuerdo con la invención utilizado con un sistema hidráulico con flujo

La figura 2 es un diagrama gráfico de reducción logarítmica en bacterias planctónicas y sésiles resultantes del tratamiento con la composición de tratamiento de concentración máxima;

La figura 3 es una gráfica de bacterias planctónicas y sésiles aisladas de la torre de refrigeración en función del tiempo;

15 La figura 4 es un diagrama gráfico que muestra cobre disuelto y suspendido en el volumen de agua en función del tiempo;

La figura 5 es una gráfica que muestra cobre disuelto y suspendido en función del tiempo;

La figura 6 es una gráfica que muestra los recuentos de bacterias planctónicas y sésiles en el Ejemplo 5.

20 DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Con referencia a la figura 1, se representa una realización de un sistema 10 para tratar un sistema hidráulico con flujo típico, tal como una torre de refrigeración 12, de acuerdo con una realización preferida de la invención. Cabe señalar que la figura 1 no es a escala, sino que los componentes del sistema 10 y el sistema hidráulico se han representado de manera que pueden apreciarse en una sola página. En el modo de funcionamiento normal de la torre de refrigeración 12, el agua circula desde el sumidero de la torre 14 a través del condensador 32 y después de vuelta a la parte superior de la torre de refrigeración 12. El agua puede drenarse o purgarse desde la torre de refrigeración 12 a través de la línea de desagüe 40 y añadirse agua limpia a través de la línea de suministro 38, según sea necesario. El sistema 10 comprende preferiblemente una corriente lateral 20 que desvía agua del sumidero 14 a un alimentador de producto 22 o recipiente que aloja un producto de tratamiento químico sólido 24. El producto de tratamiento 24 puede ser en forma de bloque sólido o puede ser en polvo, y más preferiblemente es la composición de tratamiento de la invención, aunque pueden utilizarse otros productos de tratamiento o productos químicos con el sistema 10, incluyendo productos químicos líquidos. Alternativamente, puede utilizarse una fuente de agua limpia (que no sea agua del sistema hidráulico) para disolver inicialmente el producto de tratamiento antes de añadir al volumen de agua en el sistema hidráulico, pero se prefiere utilizar agua del propio sistema. El agua preferiblemente pasa a través del filtro 18 antes de entrar en el alimentador de producto 22, pero el filtro puede encontrarse situado en otra zona del circuito de proceso general. El filtro 18 se utiliza preferiblemente para eliminar aglomerados de biopelícula y otros sólidos desprendidos de las superficies del sistema hidráulico por la composición de tratamiento. Puede utilizarse cualquier mecanismo o material de filtro adecuado que elimine los sólidos desprendidos del sistema hidráulico y evite que se vuelvan a depositar o colonicen o contaminen otras zonas del sistema hidráulico. Más preferiblemente, el sistema 10 también incluye un monitor de presión para medir la presión diferencial a través del filtro 18. El diferencial de presión ayuda a controlar el filtro 18 para determinar cuándo el filtro está sucio y es necesario reemplazarlo, lo que puede requerirse una o más veces durante un ciclo de tratamiento.

45 Durante un ciclo de tratamiento, el agua del sumidero 14 entra en contacto con el producto de tratamiento 24 dentro del alimentador de producto 22. Puede utilizarse cualquier configuración para el alimentador de producto 22 que permita que el agua del sistema que se está tratando contacte y disuelva el producto de tratamiento; sin embargo, se prefiere un alimentador similar al descrito en la solicitud de patente americana publicada, número de serie 12/787.025. Para sistemas hidráulicos de menor escala, incluyendo sistemas de desagüe, también puede utilizarse un alimentador de dosificación temporizada, similar al descrito en las solicitudes de patente americana publicadas, números de serie 12/498.793 y 12/571.714 con modificaciones que serán evidentes para los expertos en la materia. El alimentador de producto 22 se utiliza preferiblemente como recipiente para contener el producto de tratamiento antes de un ciclo de tratamiento y como depósito para mezclar el producto de tratamiento con por lo menos una parte del agua del sistema hidráulico para formar una suspensión que después se mezcla con el resto del agua del sistema hidráulico. Alternativamente, el alimentador de producto 22 puede contener el producto de tratamiento y suministrarlo a una tubería o depósito separado para mezclarlo con el agua o una parte del agua del sistema hidráulico.

60 Una vez que el agua ha contactado con el producto de tratamiento 24, éste comienza a disolverse en el agua y se lleva fuera del alimentador de producto 22 a través de la línea de descarga 26. La línea de descarga 26 después devuelve el agua con el producto de tratamiento disuelto al sumidero 14, donde se mezcla con una mayor cantidad de agua y el producto de tratamiento se diluye todavía más. El agua que contiene el producto de tratamiento se descarga desde el sumidero 14 a través de la corriente de proceso 28, que preferiblemente pasa a través de una

estructura de corrosión/monitor de corrosión 30, donde puede controlarse el nivel de corrosión en el sistema hidráulico, después a través del evaporador/enfriador/condensador 32, y finalmente a través del medidor de conductividad 34 antes de alimentar la parte superior de la torre de refrigeración 12. Se prefiere un monitor de corrosión electroquímico que mida la corrosión en tiempo real en el sistema hidráulico durante el tratamiento y/o una estructura de corrosión que contenga probetas de los metales reactivos en el sistema hidráulico para controlar las velocidades de corrosión como parte de la estructura de corrosión/monitor de corrosión 30. El medidor de conductividad 34 puede encontrarse ya en su lugar formando parte del sistema hidráulico para controlar la conductividad durante el ciclo de funcionamiento normal del agua a través del sistema. Estos monitores son comunes en las torres de refrigeración, tal como la torre de refrigeración 12, y con frecuencia están vinculados a sistemas de purgado automáticos que purgan el agua del sistema cuando es necesario. Si aún no forma parte del sistema hidráulico, el medidor de conductividad 34 se incluye preferiblemente como parte del sistema de tratamiento 10 y se dispone cerca de la estructura de corrosión/monitor de corrosión 30, aunque tanto el medidor de conductividad 34 como la estructura de corrosión/monitor de corrosión 30 pueden colocarse en otros lugares del sistema hidráulico global. El agua con el producto de tratamiento disuelto circula después a través de la torre de refrigeración 12, de vuelta al sumidero 14, donde una parte se desvía de nuevo a través de la corriente 20 para contactar el producto de tratamiento 24 en el alimentador de producto 22. El proceso se repite hasta que todo el producto de tratamiento deseado se disuelva y circule a través del sistema hidráulico durante el tiempo suficiente para contactar sustancialmente todos los componentes del sistema hidráulico, tales como tuberías, material de relleno y paredes del sumidero, eliminar la acumulación de incrustaciones, biopelícula y crecimiento microbiológico, y otros subproductos de corrosión.

Alternativamente, el producto de tratamiento 24 puede añadirse directamente al sumidero 14 (u otro depósito de agua del sistema hidráulico a tratar), en lugar de utilizar la corriente lateral 20 y el alimentador de producto 22. En esta realización, el producto de tratamiento se encuentra en uno o más recipientes, tales como un tambor o depósito pequeño, antes del ciclo de tratamiento. Si los ingredientes para el producto de tratamiento se disponen en más de un recipiente, estos pueden mezclarse antes del ciclo de tratamiento, si se desea. Después, el producto de tratamiento se mezcla con por lo menos una parte del agua del sistema, o con otra fuente de agua limpia si se desea, en uno o más depósitos, y la mezcla o suspensión resultante se añade al sistema hidráulico para mezclarse con el volumen de agua en el sistema. Los depósitos para mezclar el producto de tratamiento con agua pueden ser los mismos que los recipientes para contener el producto de tratamiento o pueden estar separados. El depósito también puede formar parte del propio sistema hidráulico, tal como el sumidero de una torre de refrigeración.

Independientemente de cómo se añada el producto de tratamiento al sistema hidráulico, se prefiere que se añada de modo que la concentración de agentes activos en el volumen total de agua en el sistema sea por lo menos sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M, pero no mayor de sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 M y tensioactivo 0,0015 M. Más preferiblemente, las concentraciones en el agua tratada son aproximadamente sal neutra 0,005 M, sal ácida 0,003 M, tensioactivo 0,00075 M. También se utiliza preferiblemente un inhibidor de corrosión con el producto de tratamiento en una cantidad mínima de 2 ppm, y más preferiblemente aproximadamente 17 ppm. Pueden añadirse también al sistema hidráulico otros agentes de tratamiento, tales como un biocida secundario y agentes anti-espumantes, a través de la corriente lateral 20 o bien directamente al sumidero 14 u otro depósito de agua en el sistema hidráulico existente, si todavía no están incluidos como parte del producto de tratamiento.

El sistema 10 también puede incluir otros componentes, tales como bombas, válvulas y medidores de flujo, los cuales son bien conocidos por los expertos en la materia. El sistema 10 puede instalarse permanentemente en un sitio de tratamiento o puede ser portátil y transportarse a un sistema hidráulico que requiera tratamiento según sea necesario. Si es portátil, el sistema de tratamiento 10 incluye preferiblemente unos puertos de conexión rápida para conectar el sistema 10 a líneas de flujo del proceso o a un depósito de agua del sistema hidráulico que se está tratando. Pueden instalarse puertos de conexión similares permanentemente como parte del sistema hidráulico, si todavía no están presentes, para permitir un tratamiento periódico fácil del sistema hidráulico utilizando el sistema de tratamiento 10.

Puede utilizarse también un sistema de tratamiento similar al sistema 10 con sistemas hidráulicos sin flujo o no circulantes, tal como un desagüe o un depósito. Preferiblemente, el sistema hidráulico es capaz de retener un volumen de agua durante un período de tiempo para que el producto de tratamiento pueda contactar sustancialmente con todos los componentes contaminados del sistema hidráulico para un tratamiento efectivo. Con un sistema de desagüe, la tubería puede incluir válvulas que pueden cerrarse para detener el flujo de agua fuera del desagüe, una obstrucción puede cerrar el flujo de agua, o puede insertarse una vejiga inflable en el desagüe o en la tubería y expandirse para cerrar el flujo de agua, todo permitiendo que el sistema de desagüe retenga temporalmente un volumen de agua en el cual puede añadirse el producto de tratamiento para disolverlo y diluirlo. Puede utilizarse un alimentador de producto automático para dispensar producto de tratamiento en el sistema hidráulico no circulante. Alternativamente, puede utilizarse un recipiente simple para contener el producto de tratamiento y utilizarse como depósito para mezclar previamente el producto de tratamiento con agua para diluirlo y

disolverlo antes de introducirlo en el sistema hidráulico. El sistema de tratamiento puede incluir, además, un mezclador para agitar el agua que contiene el producto de tratamiento dentro del sistema hidráulico para ayudar a poner en contacto el producto de tratamiento con todos los componentes del sistema hidráulico, si el sistema hidráulico todavía no tiene dicho mezclador. En otra realización, el sistema de tratamiento puede incluir tuberías y una bomba para crear un sistema de circulación temporal durante un ciclo de tratamiento.

Una composición de tratamiento de acuerdo con una realización preferida, particularmente adecuada para su uso en sistemas hidráulicos circulantes (tal como una torre de refrigeración) y sistemas no circulantes a mayor escala (como tal depósitos grandes), comprende agentes quelantes químicos (ácidos orgánicos o inorgánicos y sus correspondientes sales neutras) y un tensioactivo. Más preferiblemente, el ácido es ácido cítrico y la sal es citrato de sodio. Estos agentes quelantes ayudan en el secuestro de cualquier ion metálico de cualquier biopelícula, desechos duros, y volumen de agua presente en el sistema hidráulico que se está tratando. El tensioactivo es preferiblemente un tensioactivo catiónico y, más preferiblemente, un tensioactivo con propiedades antimicrobianas. Los tensioactivos preferidos incluyen compuestos de bromuro de amonio, compuestos de cloruro de amonio, alcohol etoxilado, y alcohol etoxi sulfato (AES). El tensioactivo ayuda a hinchar y disolver la matriz de polisacárido celular adicional que forma una biopelícula. Además, puede crear un entorno antimicrobiano para microorganismos o parásitos transmitidos por el agua que pueden estar presentes en el entorno del agua o la biopelícula. Preferiblemente, en la composición también se incluye uno o más inhibidores de corrosión disponibles en el mercado, o se añaden por separado al sistema hidráulico durante un ciclo de tratamiento para proteger los componentes metálicos del sistema hidráulico que se está tratando.

Puede utilizarse también un biocida secundario y un agente anti-espumante como parte de la composición o añadirse por separado al sistema hidráulico durante un ciclo de tratamiento, y preferiblemente se utilizan para proporcionar un ambiente antimicrobiano en el volumen de agua para evitar una contaminación secundaria de la fuente de agua a medida que los aglomerados de biopelícula se desprenden de la superficie primaria de la biopelícula que se está tratando y para controlar la formación de espuma. Estos componentes disponibles en el mercado se añaden de acuerdo con las especificaciones de la etiqueta del producto.

Para que el tratamiento sea efectivo, se prefiere que la solución de tratamiento acuosa (es decir, la composición de tratamiento con el volumen total de agua del sistema que se está tratando) tenga las siguientes concentraciones mínimas: 0,001 M en la sal neutra, 0,0005 M en la sal ácida, 0,00015 M en el surfactante, pero concentraciones no mayores de sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 y surfactante 0,0015 M. El (los) inhibidor(es) de corrosión se utiliza(n) a unas tasas de uso etiquetadas especificadas, pero preferiblemente se utilizan por lo menos 2 ppm de inhibidores de corrosión en o con la composición de tratamiento. Pueden añadirse inhibidores de corrosión adicionales si se observa que las velocidades de corrosión en el sistema aumentan durante el tratamiento, lo que puede variar de acuerdo con las concentraciones de los otros componentes de la composición de tratamiento y la duración del ciclo de tratamiento. Más preferiblemente, las concentraciones en el agua tratada son aproximadamente sal neutra 0,005 M, sal ácida 0,003 M, de tensioactivo 0,00075 M y 17 ppm de inhibidor de corrosión.

Para lograr las concentraciones mínimas de composición de tratamiento descritas, y para permitir el uso de una variedad más amplia de tensioactivos sin los problemas asociados al agente tensioactivo que precipita de la solución cuando la composición de tratamiento se transporta como una fórmula líquida concentrada, se prefiere que por lo menos un componente de la composición de tratamiento sea en forma sólida. Más preferiblemente, todos los componentes de la composición de tratamiento (y cualquier otro aditivo, tales como inhibidores de corrosión, biocidas secundarios, y agentes anti-espumantes) son en forma de bloque sólido o en polvo que se disuelven y se diluyen con el agua contenida en el sistema en tratamiento.

Una composición de tratamiento de acuerdo con otra realización preferida, particularmente para su uso en sistemas hidráulicos que sin flujo, tal como sistemas de desagüe, comprende los mismos agentes quelantes químicos (ácidos orgánicos o inorgánicos y sus correspondientes sales neutras, preferiblemente ácido cítrico y citrato de sodio) y un tensioactivo tal como se ha descrito anteriormente. Estos productos químicos pueden transportarse a un sitio de tratamiento en forma sólida, preferiblemente como polvos, para mezclarse con agua en el sitio o pueden transportarse como una formulación líquida o espumante premezclada o lista para usar. Para que el tratamiento sea efectivo, se prefiere una solución de tratamiento acuosa (es decir, la composición de tratamiento con el volumen total de agua añadida o el volumen total de agua retenida en el sistema de desagüe si el flujo de agua puede cerrarse para contener un volumen de agua) tenga las siguientes concentraciones mínimas: 0,001 M en la sal neutra, 0,0005 M en la sal ácida, 0,0005 M en el tensioactivo, pero concentraciones no mayores a sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 M, y tensioactivo 0,0015 M. Con el fin de garantizar que la composición de tratamiento llegue a todas las superficies contaminadas, ésta se aplica más preferiblemente como un aerosol o una formulación espumante. Preferiblemente, a la composición de tratamiento se añade un inhibidor de corrosión, un espesante espumante (a diferencia de un agente anti-espumante para su uso en sistemas hidráulicos tales como torres de refrigeración) y un propelente. Puede utilizarse cualquier propelente de aerosol compatible, si bien el propelente preferido es AB-46. También puede utilizarse un biocida secundario.

La composición de tratamiento contendrá los agentes quelantes y el tensioactivo en porcentajes en peso adecuados para permitir que se añadan cantidades especificadas a un volumen de agua determinado para llegar a los intervalos de concentración anteriores. Los agentes quelantes y el tensioactivo pueden mezclarse previamente en forma de bloque sólido o en polvo mezclado o en suspensión antes de añadirse al sistema hidráulico, o pueden añadirse por separado como componentes sólidos, líquidos o en suspensión, de acuerdo con el tipo del sistema hidráulico a tratar. Preferiblemente, por lo menos uno de estos componentes de la composición de tratamiento es en un bloque sólido o en forma de polvo y, más preferiblemente, particularmente para sistemas de flujo de agua, los agentes quelantes y el tensioactivo se mezclan previamente en un bloque sólido o una mezcla en polvo, donde los sólidos se disuelven por el agua en el sistema que se está tratando. Sin embargo, puede ser beneficioso permitir que el agente tensioactivo circule a través del sistema hidráulico (o que entre en contacto con los componentes del sistema hidráulico) durante un período de tiempo para comenzar a descomponer las biopelículas en el sistema antes de añadir los agentes quelantes, de modo que puedan utilizarse también componentes separados. Preferiblemente, se añade uno o más inhibidores de corrosión y un biocida secundario al sistema hidráulico que se está tratando, y también pueden añadirse agentes anti-espumantes o espesantes espumantes y un propelente, dependiendo de la aplicación, según sea necesario. Estos aditivos pueden ser en forma sólida o líquida, pueden incorporarse como parte de un bloque sólido premezclado o una mezcla en polvo o una formulación en aerosol o espumante premezclada o líquida lista para usar junto con los agentes quelantes y/o surfactante, o pueden añadirse por separado en el sitio de tratamiento como sólidos, líquidos, lodos o mezclas de los mismos.

Un procedimiento preferido para tratar un sistema hidráulico con flujo de acuerdo con la invención comprende las siguientes etapas: (1) purgar o drenar el sistema hidráulico para eliminar el agua existente (si la hay) y cualquier producto químico previo para el tratamiento de agua; (2) determinar el volumen total de agua en el sistema (o el volumen de agua que el sistema es capaz de retener durante operaciones normales para un sistema circulante o capaz de retener para llenar el sistema en un sistema no circulante) y volver a llenar el sistema con agua; (3) añadir una composición de tratamiento para que las concentraciones finales de reactivos activos en el sistema hidráulico sean mayores que sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M; (4) opcionalmente añadir inhibidores de corrosión (típicamente 2 ppm como mínimo), agentes anti-espumantes o espesantes espumantes espuma (dependiendo del sistema hidráulico), y/o un biocida secundario, según se desee; (5) hacer circular el agua con la composición de tratamiento por todo el sistema (o poner en contacto el agua con la composición de tratamiento sustancialmente con todos los componentes de un sistema no circulante) durante un tiempo suficiente; (6) probar periódicamente el sistema para detectar productos de corrosión para controlar los efectos corrosivos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico; (7) en un sistema de circulación, filtrar el agua para eliminar sólidos desalojados y aglomerados de biopelículas; y (8) purgar o drenar el agua que contiene la composición de tratamiento del sistema hidráulico después de un tiempo de tratamiento suficiente y eliminar sólidos restantes en el sumidero u otro depósito de agua o zona de flujo bajo del sistema (si los hay), y después volver a llenar con agua limpia según corresponda. Este procedimiento preferido también puede utilizarse con sistemas hidráulicos que sin flujo, donde el sistema hidráulico puede retener un volumen de agua durante un tiempo determinado. Por ejemplo, este procedimiento puede utilizarse con un desagüe en el que se inserte una vejiga inflable como tapón y la tubería de desagüe se llene con un volumen de agua para permitir que la composición de tratamiento entre en contacto sustancialmente con todas las partes contaminadas del desagüe (desde cerca del suelo o la pica donde se encuentra instalado el desagüe hasta un punto en o cerca de donde la tubería se une a otra tubería o el sifón). En tal aplicación, la etapa de prueba de corrosión puede no ser necesaria.

Con sistemas hidráulicos sin flujo que no son capaces de retener un volumen de agua, tales como ciertos sistemas de desagüe, un procedimiento preferido comprende las siguientes etapas: (1) opcionalmente enjuagar el sistema hidráulico con agua limpia; (2) opcionalmente, preparar una composición de tratamiento líquida, en aerosol o espumante, en el sitio de tratamiento de modo que las concentraciones finales de reactivos activos en el sistema hidráulico sean mayores que sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M en base al volumen de agua utilizada para preparar el tratamiento (alternativamente, la composición de tratamiento puede transportarse como una formulación premezclada); (3) aplicar la composición de tratamiento al sistema hidráulico vertiéndola, pulverizándola o espumante para que contacte sustancialmente con todas las superficies contaminadas del sistema hidráulico (tal como la parte de un desagüe cerca del suelo o la pica en la que se encuentra instalada debajo en un punto en el cual, o cerca del cual, se une a otra tubería o sifón); (4) opcionalmente añadir inhibidores de corrosión (típicamente 2 ppm como mínimo) y/o un biocida secundario, según se desee; (5) volver a aplicar la composición de tratamiento al sistema hidráulico según sea necesario de modo que el tiempo de contacto total de la composición de tratamiento sustancialmente con todas las superficies contaminadas en el sistema hidráulico sea suficiente; (6) opcionalmente probar periódicamente el sistema para detectar productos de corrosión para controlar los efectos corrosivos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico; y (7) opcionalmente enjuagar el sistema hidráulico con agua limpia.

Estos procedimientos dan como resultado una limpieza exhaustiva del sistema hidráulico, después de lo cual pueden reanudarse otros regímenes de tratamiento de agua y estos procedimientos pueden utilizarse para el

mantenimiento periódico. Más preferiblemente, las concentraciones finales de reactivos activos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico son sal neutra 0,005 M, sal ácida 0,003 M, tensioactivo 0,00075 M. Se añade un inhibidor de corrosión al sistema hidráulico que se está tratando, preferiblemente TTA, en una concentración de por lo menos 2 ppm y preferiblemente a 17 ppm para proteger sus componentes (particularmente cualquier componente de cobre) de la corrosión a través de los productos químicos de la composición de tratamiento. También se prefiere que las concentraciones finales de estos reactivos en el sistema hidráulico no excedan sal neutra 0,01 M, sal ácida 0,005 M y tensioactivo 0,0015 M, ya que concentraciones más altas pueden resultar en corrosión excesiva en sistemas hidráulicos con cobre, acero dulce, y componentes de acero galvanizado. Más preferiblemente, el procedimiento de la invención para sistemas hidráulicos con flujo se utiliza con la composición de tratamiento en bloque sólido o en polvo y con el sistema de tratamiento de la invención. Más preferiblemente, el procedimiento de la invención para sistemas sin flujo se utiliza con una formulación líquida, en aerosol o espuma premezclada o lista para usar de la composición de tratamiento de la invención.

Antes de comenzar el tratamiento, se determina el volumen de agua en el sistema hidráulico, tal como la torre de refrigeración 12 de la figura 1. En un recipiente o vaso de mezcla que se transporta al sitio de tratamiento, se coloca, en base a este volumen, la cantidad de composición de tratamiento necesaria para dar las concentraciones correctas de componentes activos tal como se ha descrito anteriormente. En otra realización para sistemas hidráulicos que no son capaces de retener un volumen o agua, la composición de tratamiento preferiblemente es premezclada o lista para utilizar en las concentraciones apropiadas. Alternativamente, la composición de tratamiento puede mezclarse en el sitio de tratamiento utilizando cualquier volumen de agua apropiado desde fuera del sistema hidráulico sin flujo, prefiriéndose utilizar volúmenes de agua más pequeños para reducir los reactivos necesarios para dar las concentraciones preferidas como adicionales. Pueden aplicarse tratamientos según sea necesario. Si el agua en el sistema (si hubiera) contiene altos niveles de especies catiónicas, existe la posibilidad de que los agentes quelantes se consuman antes de que lleguen a la zona de reacción. Por lo tanto, para minimizar reacciones parásitas, el sistema debe purgarse hasta un punto en que la conductividad del agua en el sistema sea del mismo valor que el agua que se utiliza para compensar la pérdida de agua resultante del funcionamiento normal. Alternativamente, y particularmente para sistemas de menor escala, tales como desagües y depósitos pequeños, el sistema puede drenarse completamente antes de introducir la composición de tratamiento.

Después de cualquier purgado o drenaje necesario del sistema y al volver a llenar con un volumen de agua apropiado (si el sistema hidráulico es capaz de contener un volumen de agua), la composición de tratamiento puede añadirse al agua en el sistema. Con sistemas hidráulicos circulantes a mayor escala, tales como torres de refrigeración, el agua del sistema se desvía preferiblemente a través de una corriente lateral al alimentador, recipiente o vaso de mezcla que aloja la composición de tratamiento, tal como el uso de corriente lateral 20 y alimentador de producto 22 de la figura 1. A medida que el agua fluye a través del recipiente/vaso de mezcla, los componentes sólidos de la composición de tratamiento se disuelven y se vuelven a introducir en el sistema hidráulico donde la composición de tratamiento se mezcla con agua adicional para formar el producto activo. Aunque se prefiere utilizar una corriente lateral, la composición de tratamiento puede mezclarse directamente en cualquier recipiente del sistema hidráulico o corriente de proceso (tal como el sumidero 14 o la línea de descarga 28 de la figura 1).

Con sistemas no circulantes, tales como desagües, o sistemas circulantes de menor escala, la composición de tratamiento preferiblemente se añade directamente al sistema hidráulico en lugar de utilizar una corriente lateral, aunque puede añadirse una corriente lateral a un sistema de desagüe existente si se desea. El procedimiento de aplicación puede variar de acuerdo con el tipo de sistema involucrado, si el sistema es capaz de retener un volumen de agua (tal como un depósito o mediante el uso de una válvula de cierre para retener el agua en una tubería) y el volumen de agua que puede retenerse. Por ejemplo, en un sistema de desagüe, la tubería de desagüe puede contener un volumen de agua apropiado para permitir la aplicación directa de una composición de tratamiento sólida, preferiblemente en polvo. Puede utilizarse una vejiga inflable, insertada a una profundidad particular dentro de la tubería de desagüe, o una válvula de cierre (si está disponible y accesible) como mecanismo de cierre para retener el agua durante el ciclo de tratamiento. Alternativamente, puede utilizarse y rociarse, en forma de aerosol o espuma, una composición de tratamiento líquida en el desagüe u otro sistema hidráulico. Si se requieren volúmenes más pequeños de composición de tratamiento, la composición de tratamiento puede transportarse al sitio de tratamiento como una formulación líquida, en aerosol o espuma premezclada. Aunque se prefiere una fórmula premezclada, la composición de tratamiento puede mezclarse en el sitio de tratamiento con un volumen de agua determinado desde fuera del sistema hidráulico para formar una formulación líquida, en aerosol o espuma que después se vierta, se pulverice o se añada de otra manera al sistema hidráulico. Una aplicación de líquido rociado, espumante o aerosol es la más preferida cuando el sistema hidráulico no es capaz de retener un volumen de agua. Cuando se mezcla con agua del exterior del sistema hidráulico, preferiblemente se utiliza agua desionizada. Pueden utilizarse diferentes boquillas de pulverización, tales como un pulverizador direccional o un tubo de pulverización largo que pueda insertarse en la abertura de una cubierta de desagüe, para ayudar a dirigir la composición de tratamiento a todas las superficies dentro del sistema hidráulico a tratar. La aplicación de la composición de tratamiento en una fórmula espumante se prefiere para sistemas de desagüe dado que la espuma se expandirá para hacer contacto

5 sustancialmente todas las superficies del desagüe y permanecerá en contacto con esas superficies de desagüe durante un período de tiempo mayor que la mayoría de las aplicaciones líquidas, dando tiempo a que la composición de tratamiento trabaje en la eliminación de biopelículas y otros contaminantes. Preferiblemente, la composición de tratamiento espumante se aplica en espuma en la línea de desagüe hasta que se logra una columna sólida desde la base del desagüe hasta la parte superior del desagüe.

10 Las concentraciones de reactivos para la composición de tratamiento utilizada para sistemas hidráulicos no circulantes son las mismas que para los sistemas hidráulicos circulantes. Cuando se mezclan con un volumen de agua retenido en el sistema hidráulico o con un volumen de agua en un recipiente externo, son preferiblemente sal neutra 0,001 M - 0,01 M, sal ácida 0,0005 M - 0,005 M, y surfactante 0,00015 M - 0,0015, determinándose estas concentraciones en función de las cantidades de estos reactivos y del agua, antes de la adición de cualquier otro aditivo, tal como los inhibidores de corrosión.

15 Para sistemas hidráulicos circulantes o no circulantes pueden añadirse opcionalmente otros aditivos, tales como inhibidores de corrosión, agentes anti-espumantes (o espesantes espumantes y un propelente), y un biocida secundario a través de la corriente lateral, alimentador de producto, directamente en el sistema hidráulico, o a través de un recipiente externo o un rociador, si estos aditivos no forman parte ya de los materiales químicos sólidos, en polvo o líquidos que contienen los agentes quelantes y el tensioactivo. Estos otros aditivos se añaden preferiblemente de acuerdo con las especificaciones de la etiqueta del producto para cada uno, como productos disponibles en el mercado. El orden de adición de estos productos químicos y aditivos no es crítico, pero se prefiere que el inhibidor de corrosión se añada antes o al mismo tiempo que los agentes quelantes y el tensioactivo.

25 A medida que el sistema hidráulico hace circular el agua tratada (o el agua tratada se encuentra dentro de un sistema no circulante o entra en contacto con los componentes de un sistema no circulante), la composición de tratamiento disuelta comienza a hacer contacto con las superficies contaminadas. Los agentes quelantes atacan cualquier biopelícula presente en las superficies y eliminan los enlaces metálicos que mantienen unida la matriz de polisacárido extracelular. El tensioactivo y el agua penetran en la biopelícula hinchándola lo que, a su vez, permite la penetración de los reactivos quelantes para romper aún más la matriz. A medida que la matriz de polisacárido adicional se hincha, ésta se desprende de las capas externas expuestas que ahora son solubles. También libera  
30 aglomerados de biopelículas más grandes que entran en el volumen de agua que fluye a través del sistema. A medida que fluye el agua, estos aglomerados se transportan a otras zonas del sistema donde pueden asentarse (particularmente en zonas de flujo bajo, tal como el sumidero) y convertirse en una fuente secundaria de contaminación. El recipiente/vaso de mezcla, la corriente lateral u otra corriente de proceso pueden estar provistos de un filtro para eliminar estos aglomerados de biopelículas antes de que tengan la oportunidad de restablecer  
35 colonias en las partes limpias del sistema. El agua que contiene la composición de tratamiento disuelta continúa circulando a través del sistema hidráulico (o retenida dentro de un sistema no circulante) durante un período de tiempo para lograr una limpieza efectiva del sistema hidráulico. La duración de un ciclo de tratamiento dependerá de factores como la concentración de los componentes activos de la composición de tratamiento en el sistema hidráulico, el tensioactivo específico utilizado, el caudal de agua a través del sistema (o cualquier mezcla en un sistema sin circulación), y el grado o nivel de los materiales que deben limpiarse del sistema, como entenderán los expertos en la materia. Con sistemas de circulación más grandes, tales como torres de refrigeración, el ciclo de tratamiento suele ser de 24-48 horas. Con sistemas de menor escala, tales como desagües, el ciclo de tratamiento puede ser de 5 minutos a algunas horas. Con sistemas de desagüe que no retienen un volumen de agua, la composición de tratamiento puede no contactar completamente todas las superficies contaminadas durante una  
45 aplicación inicial o puede no contactar esas superficies por un período de tiempo suficiente antes de drenar del sistema. Como tal, puede ser necesario realizar múltiples tratamientos para lograr el contacto con superficies contaminadas durante un tiempo suficiente.

50 Muchos de los sistemas hidráulicos antropogénicos utilizan materiales que pueden reaccionar con los agentes quelantes, el tensioactivo, o incluso el biocida secundario. Como tal, puede controlarse la formación de corrosión y subproductos de corrosión del sistema durante el tratamiento. Se prefiere utilizar un monitor electroquímico de corrosión para medir la corrosión en tiempo real en el sistema durante el tratamiento. Adicionalmente, puede colocarse una estructura de corrosión que contenga probetas de los metales reactivos en el sistema en la corriente del producto para controlar las velocidades de corrosión. La presencia de los inhibidores de corrosión debería evitar  
55 que muchos de los componentes críticos del sistema sean atacados. El rango de concentraciones para los componentes activos de la composición de tratamiento de acuerdo con la invención debería tener un impacto corrosivo mínimo en el sistema hidráulico cuando se utiliza con inhibidores de corrosión adecuados; sin embargo, las concentraciones de componentes activos de la composición de tratamiento que están por encima del límite superior del rango (más de 10 veces los valores mínimos de sal neutra 0,001 M, sal ácida 0,0005 M, tensioactivo 0,00015 M)  
60 pueden dar lugar a unas velocidades de corrosión inaceptablemente elevadas para un tratamiento de mucho tiempo. A unas concentraciones tan elevadas, las velocidades de corrosión en acero suave, acero galvanizado, y cobre después de 24 horas de tratamiento pueden ser de hasta un orden de magnitud superior a los límites aceptables. Además, se ha demostrado que estas concentraciones más elevadas en presencia de acero galvanizado en

entornos de alto flujo laminar producen un recubrimiento ceroso que comprende el surfactante y los productos químicos quelantes. Sin embargo, cuando se utiliza la composición de tratamiento de acuerdo con la invención a los valores de concentración mínimos, se encontró que las velocidades de corrosión en el acero dulce eran inferiores a las observadas con las composiciones de tratamiento conocidas.

5 Muchos sistemas de tratamiento de agua corriente utilizan una conductividad creciente (como resultado del aumento de la concentración de iones metálicos y carbonato a medida que el agua se recicla) como indicador y activador para purgar el agua y añadir agua limpia. Esta práctica ayuda a prevenir y ralentizar la formación de desechos duros en el sistema. Cuando la composición de tratamiento se añade completamente al sistema hidráulico de acuerdo con la invención, la conductividad del agua típicamente aumentará 800  $\mu$ S o 900  $\mu$ S. Este aumento es normalmente suficiente para provocar que el sistema hidráulico purgue el agua al desagüe, lo que provocaría un derroche de la composición de tratamiento antes de que tenga tiempo suficiente para circular por el sistema hidráulico durante un período de tratamiento efectivo. Por lo tanto, antes de añadir cualquier composición de tratamiento al sistema hidráulico, se prefiere desactivar el mecanismo de purga para que el sistema evite la descarga prematura de los productos químicos del tratamiento.

En ciertos casos en que el flujo está restringido o hay una agitación significativa, existe la posibilidad de que el surfactante en el sistema genere espuma. Para evitar la formación de espuma, se añade preferiblemente un agente anti-espumante al sistema junto con la composición de tratamiento (si no se encuentra incluido formando parte ya de esa composición). También pueden añadirse biocidas secundarios, si no están incluidos.

25 Durante un ciclo de tratamiento, el agua circulante o en movimiento se filtra preferiblemente para eliminar sólidos que se desprenden del tratamiento. El filtro debe ser controlado y reemplazado cuando se ensucia. Esto se indicará mediante una suciedad visible del filtro o midiendo un aumento de presión a través del material del filtro. Esto ayuda a evitar que el material del filtro se convierta en una fuente secundaria de contaminación que podría provocar una mayor colonización de las partes limpias del sistema. Se prefiere que, una vez finalizado el proceso de limpieza, se retire el filtro del sistema.

30 Al finalizar un ciclo de tratamiento, el agua (incluyendo cualquier composición de tratamiento disuelta restante y reactantes reactivos que se hayan utilizado durante el proceso) debe evacuarse del sistema hidráulico. Esto ayuda a evitar que la carga orgánica desactivada se convierta en una fuente de alimento secundaria para microorganismos que, en última instancia, colonicen el sistema hidráulico entre ciclos de tratamiento. Se prefiere que cuando se complete la limpieza, toda el agua del sistema se vierta al desagüe o receptáculo de desechos. Esto permitirá eliminar del sistema cualquier sólido que se haya asentado en las zonas de flujo bajo. Alternativamente, una válvula de purga activada por la conductividad del agua puede activarse si está presente formando parte del sistema hidráulico existente. Esto, sin embargo, drenará la composición de tratamiento y los reactivos del sistema utilizados; existe la posibilidad de que la composición de tratamiento residual de bajo nivel permanezca durante varias semanas después de que se complete el tratamiento. Una vez transcurrido el tiempo de tratamiento, puede quitarse el tapón y puede permitirse que el líquido drene hacia la línea principal y hacia el tratamiento de residuos. Una vez que haya transcurrido el tiempo de tratamiento, los lados de las paredes se rociarán con agua, lo que ayuda a obligar a retirar la espuma y aglomerados de biopelícula desechos hacia las líneas de desagüe principales y hacia el tratamiento de residuos.

45 Una vez drenado o purgado, el sistema hidráulico puede volverse a llenar con agua limpia (según corresponda para sistemas hidráulicos con flujo) y pueden reanudarse las operaciones normales. Pueden utilizarse otras composiciones de tratamiento, tales como biocidas e inhibidores de corrosión, durante las operaciones normales; sin embargo, se prefiere repetir periódicamente el procedimiento de tratamiento de la invención para limpiar a fondo el sistema hidráulico ya que se ha encontrado que incluso los sistemas hidráulicos que parecen estar limpios contienen microorganismos, algas y biopelículas que se eliminan mediante la composición de tratamiento y el procedimiento de la invención.

Las composiciones de tratamiento y los procedimientos para utilizar tales composiciones de acuerdo con la invención se describen y se explican adicionalmente en relación con los siguientes ejemplos experimentales:

55 **Ejemplo 1: Tratamiento de probetas contaminadas con biopelícula en el entorno de laboratorio.** Se produjeron unas probetas de biopelícula que contenían múltiples especies bacterianas utilizando un sistema biorreactor por semi-lotes en un entorno de laboratorio. El reactor de biopelícula se diseñó alrededor de un reactor de depósito de agitación continuo y se fabricó utilizando un recipiente de PVC de 5 litros y contenía 4 porta-probetas y una paleta de accionamiento central que se utilizó para inducir un flujo de fluido controlado alrededor de las probetas suspendidas. 60 La paleta de transmisión se fabricó a partir de una paleta Perspex (10 cm x 5 cm) que se unió a una barra de PVC de 19 cm y se atomilló en la transmisión de un motor reductor de CC con una relación de transmisión de 1:10 (Tanner Electronics). Los porta-probetas también se fabricaron a partir de barras de PVC (14 cm) que se fijaron en posición a través de la tapa del reactor de biopelícula. Las barras de las probetas se estrechaban en la parte inferior

para permitir una fijación fácil tanto de portaobjetos de vidrio como de probetas de metal. Antes del funcionamiento, la cámara de reacción y los componentes individuales se desmontaron, se empaparon en una solución de lejía a un 5% y después se lavaron con agua jabonosa caliente y se enjuagaron en agua destilada. Una vez limpio, el reactor de depósito de agitación se cargó con 2 litros de agua del reactor DI y se añadió al agua 20 g de los gránulos de flujo libre que contenían bacterias (disponibles de NCH Corporation o sus divisiones). Las probetas se colocaron en las barras porta-probetas que estaban insertadas en el material de gránulos de flujo libre. El motor se conectó a una fuente de alimentación de CC RSR Modelo HY3010E y la corriente se ajustó a 5 voltios, dando una velocidad lineal de 0,4 pies por segundo a través de la cara de las probetas. El reactor funcionó durante 6 días reemplazándose la solución de flujo libre cada 2 días. Ensayos microbiológicos estándar mostraron que el sistema generaba biopelículas uniformes con poblaciones microbianas superiores a  $10^8$  UFC por ml de sobrenadante recuperado.

Estas probetas que contienen biopelícula se expusieron a la composición de tratamiento de la invención durante 24 horas a tres niveles de concentración diferentes tal como sigue:

Concentración más baja - sal neutra (citrato de sodio) 0,0001 M, sal ácida (ácido cítrico) 0,00005 M y tensioactivo (bromuro de tetradeciltrimetilamonio) 0,000015 M;

Concentración mínima - sal neutra (citrato de sodio) 0,001 M, sal ácida (ácido cítrico) 0,0005 M y tensioactivo (bromuro de tetradeciltrimetilamonio) 0,00015 M; y

Concentración máxima - sal neutra (citrato de sodio) 0,01 M, sal ácida (ácido cítrico) 0,005 M y tensioactivo (bromuro de tetradeciltrimetilamonio) 0,0015 M.

Después del tratamiento, se retiraron los portaobjetos y se procesó la biopelícula para enumerar bacterias viables existentes en la biopelícula y también microorganismos viables en el líquido sobrenadante recogido después del procesamiento. Los resultados muestran que, a la concentración más baja (10X por debajo de la concentración mínima recomendada), no hubo una reducción observable en microorganismos en la biopelícula o en el agua, lo que demuestra que la biopelícula todavía era viable (y estaba creciendo). En el tratamiento de concentración mínima, hubo una reducción de 1 logaritmo en la biopelícula y el sobrenadante de la biopelícula. En el tratamiento de refuerzo máximo no hubo microorganismos recuperables en las probetas o en el sobrenadante.

Los resultados se resumen en la Tabla 1.

**TABLA 1 - Microorganismos recuperables a diferentes concentraciones de composición de tratamiento**

Portaobjetos	UFC/ml recuperado de biopelícula
Control (lectura inicial)	$1,0 \times 10^6$
Control (tras 24 horas)	$1,3 \times 10^7$
Concentración más baja (lectura inicial)	$2,8 \times 10^6$
Concentración más baja (tras 24 horas de tratamiento)	$3,8 \times 10^7$
Concentración mínima (lectura inicial)	$5,0 \times 10^5$
Concentración mínima (tras 24 horas de tratamiento)	$9,4 \times 10^4$
Concentración máxima (lectura inicial)	Por debajo de límite de detección
Concentración máxima (tras 24 horas de tratamiento)	Por debajo de límite de detección

**Ejemplo 1A:** El ejemplo 1 se repitió nuevamente pero, en este caso, se añadió un biocida secundario disponible en el mercado, MB-2128, para ayudar a los tratamientos iniciales. En este caso, se observó que, después de procesar la biopelícula y el sobrenadante en el tratamiento de concentración más baja, hubo una reducción de 2 logaritmos en los recuentos de microorganismos. Para los niveles de concentración mínima y máxima no hubo microorganismos detectables recuperados de la biopelícula o del sobrenadante. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

**TABLA 2 - Microorganismos recuperables a concentraciones de composición de tratamiento diferentes con un biocida secundario**

Portaobjetos	UFC/ml recuperado de biopelícula
Control (lectura inicial)	$1,0 \times 10^6$
Control (tras 24 horas)	$1,3 \times 10^7$
Concentración más baja (lectura inicial)	$8,5 \times 10^4$
Concentración más baja (tras 24 horas de tratamiento)	$9,8 \times 10^5$
Concentración mínima (lectura inicial)	Por debajo de límite de detección
Concentración mínima (tras 24 horas de tratamiento)	Por debajo de límite de detección
Concentración máxima (lectura inicial)	Por debajo de límite de detección
Concentración máxima (tras 24 horas de tratamiento)	Por debajo de límite de detección

**Ejemplo 1 B:** El proceso del Ejemplo 1 se repitió con el uso de un dispersante comercial en el MB-2128 presente en las mismas concentraciones que el Ejemplo 1A, pero sin la composición de tratamiento de la presente invención. Cuando se procesó la solución tratada y la biopelícula, se encontró que sólo había una reducción de 3 logaritmos en la biopelícula y obtuvo el sobrenadante.

Los resultados de los Ejemplos 1, 1A, y 1B muestran que el uso de la concentración de refuerzo máxima de los reactivos fue muy eficaz para retirar biopelícula y eliminar microorganismos en la solución y en la biopelícula. La concentración mínima mostró cierta eficacia para retirar biopelícula y reducir microorganismos cuando se usa sola; sin embargo; cuando la composición de tratamiento se utilizó con un biocida secundario, hubo una mejora notable en el rendimiento sin que se recuperasen bacterias viables en los estados sésil o planctónico. Además, el rendimiento de la solución de concentración mínima cuando se utiliza con el biocida secundario superó al biodispersante comercial cuando se utiliza con el mismo biocida, tal como se muestra mediante una comparación del Ejemplo 1A y el Ejemplo 1 B.

**Ejemplo 2: Tratamiento de una torre de refrigeración piloto con los reactivos de concentración mínima y el biocida secundario.** Para evaluar los resultados del laboratorio a mayor escala, se realizó un estudio con una torre de refrigeración piloto. Se utilizó un volumen total de 106 litros (28 galones) y un caudal de 15 litros por minuto (4 galones por minuto) como sistema de prueba. La torre de refrigeración no había estado operativa durante más de 1 año y se había establecido una biopelícula sustancial en las tuberías y las mangueras del sistema. El sumidero se llenó con agua municipal y las bombas se activaron para iniciar el flujo de agua. Después de 2 horas de funcionamiento, se recogieron muestras de agua del sumidero y se analizaron para detectar la presencia de microorganismos. Además, se recogieron muestras con un hisopo de las superficies internas y se procesaron para un análisis microbiológico. Los resultados del análisis mostraron que el agua tenía  $4 \times 10^2$  UFC por ml de bacterias planctónicas y  $1 \times 10^6$  bacterias sésiles. El análisis de microorganismos también mostró que la biopelícula era una forma de múltiples especies con una amplia variación que representa un verdadero consorcio que se encontraría en entornos del mundo real.

El sistema se trató con una solución concentrada de ácido cítrico, citrato de sodio, y una composición de bromuro de tetradeciltrimetilamonio de modo que, cuando se añadieran todos los componentes, el agua en el sistema tuviera la concentración mínima de reactivo de citrato de sodio 0,001 M, ácido cítrico 0,0005 M y bromuro de tetradeciltrimetilamonio 0,00015 M. Se añadió un biocida secundario, MB-2128, para dar una concentración final de 200 ppm. Al añadir reactivos, se formó algo de espuma en la interfaz aire/agua en el sumidero y se observó espuma en otros puntos del sistema. Se recogieron muestras de agua después de 1 hora, 24 horas y 4 días. Los resultados mostraron que hubo una reducción de medio logaritmo en las bacterias planctónicas después de 1 hora que aumentó a una reducción de 1 logaritmo después de 4 días de tratamiento. Los hisopos de la biopelícula en la manguera mostraron que hubo una reducción de 5 logaritmos durante este tiempo de tratamiento de 4 días.

La inspección visual del sumidero y la manguera reveló que la biopelícula se había desprendido de las mangueras y otros componentes del sistema durante el proceso y se depositaron en las zonas bajas del sumidero y en los filtros en línea. Cuando se analizó, este residuo de sumidero mostró  $1 \times 10^3$  UFC por ml cuando se volvió a suspender en tampón.

Antes del tratamiento, la biopelícula era una capa de limo marrón oscuro adherida a la superficie de las tuberías y tubos. Al exponerse al tratamiento, se observó que el color de la biopelícula se volvió más claro y se hinchó después de 2 días y finalmente se volvió todavía más claro y comenzó a desprenderse de la superficie y caerse en aglomerados. El mecanismo más probable para estas observaciones es que la superficie exterior de la biopelícula es atacada por los agentes quelantes y el tensioactivo que disuelve los metales de enlace que unen los polímeros de polisacárido adicionales liberándolos a la solución y permitiendo que el tensioactivo y el agua penetren aún más en la matriz de biopelícula. A medida que el agua, reactivos quelantes y tensioactivo penetran en la biopelícula, ésta se hincha, liberando los espacios intersticiales en la red de la matriz y permitiendo así una mayor penetración de los agentes reactivos. A medida que la matriz de biopelícula se hincha, ésta llega a un punto en que una combinación de fuerzas de corte del flujo de agua combinado con un fallo mecánico de la matriz de biopelícula hace que los aglomerados se desprendan de las paredes y se dispersen en el volumen de agua. La decoloración de las biopelículas durante el tratamiento indica que los pigmentos de color se están eliminando o extrayendo de la matriz de biopelículas. Este mecanismo se ve respaldado por el hecho de que la biopelícula aislada en el sumidero y el filtro, que es esencialmente un clon de la biopelícula en las tuberías, tenía significativamente menos microorganismos que indicaban que las capas externas de la matriz habían sido destruidas o extraídas. Además, la presencia continua de bajos niveles de bacterias planctónicas en el volumen de agua, cuando los estudios de laboratorio indican que no debería haber ninguna a estas concentraciones, infiere una liberación lenta de microorganismos durante el tiempo de tratamiento, muy probablemente debido a la descomposición de la matriz de biopelícula.

Después del tratamiento, el sistema de la torre de refrigeración piloto se enjuagó y se limpió el sumidero. El sistema se cargó con una solución de agua limpia (no se añadió tratamiento biocida adicional) que se hizo circular por todo el sistema. Se tomaron muestras al final de una semana y se procesaron para detectar la presencia de microorganismos. Los resultados del recuento de placas estaban por debajo del límite de detección.

5 El sistema de la torre de refrigeración estaba fabricado completamente de componentes plásticos, por lo que se llevó a cabo una serie de pruebas de corrosión para determinar el efecto del proceso sobre el cobre y el acero dulce. Se preparó una solución con la misma concentración de reactivos utilizada en la torre de refrigeración piloto y se colocó en un sistema de prueba de corrosión. La solución se agitó continuamente durante dos semanas, después de lo cual se retiraron las probetas y se analizaron en busca de corrosión. Los resultados mostraron una velocidad de corrosión de acero dulce entre 0,5 y 1,0 mPA, que se encuentra por debajo del estándar aceptado de 3,0 mPA. Un inhibidor de corrosión estándar de la industria, cuando funciona en la misma prueba, dio unas velocidades de corrosión de 2,0 mPA. Las probetas de cobre mostraron unas velocidades de corrosión mucho más elevadas de 1,2 mPA, que es más elevada que el estándar aceptado de 0,2 mPA. Cuando el experimento se repitió con 15000 MT, un inhibidor de microorganismos diferente disponible en el mercado de NCH Corporation o sus divisiones, añadido a las concentraciones de uso recomendadas, las velocidades de corrosión del cobre disminuyeron a 0,3, que se encuentra mucho más cerca del estándar industrial aceptable. Se determinó que la presencia de un inhibidor de cobre (presente a un nivel de 2 ppm) era suficiente para reducir la corrosión de cobre y también muestra que la composición de tratamiento no reacciona con este inhibidor de corrosión a estas concentraciones. Esta compatibilidad permite utilizar juntos estos dos productos en un programa de tratamiento.

**Ejemplo 3: Tratamiento de la torre de refrigeración piloto con los reactivos de concentración máxima y un biocida secundario.** Se realizó un segundo estudio con una segunda torre de refrigeración piloto. A diferencia del primer estudio en el Ejemplo 2, esta torre de refrigeración piloto tuvo agua en el sistema durante 7 meses. Las superficies internas de las tuberías y los tubos estaban cubiertas con una biopelícula negra con aspecto de alquitrán. El fondo del sumidero tenía varios depósitos y el portaobjetos del sumidero presentaba una sensación viscosa que indicaba la presencia de crecimiento microbiano. El análisis microbiológico del agua en el sumidero y la biopelícula mostró  $4 \times 10^5$  ufc por ml en el agua y  $2 \times 10^7$  ufc por  $\text{cm}^2$  en la biopelícula en el sumidero. Además, un análisis de la población de microorganismos mostró una diversidad mucho mayor en especies en comparación con los microorganismos del Ejemplo 2. La torre de refrigeración piloto se trató con una solución concentrada de ácido cítrico, citrato de sodio y bromuro de tetradeciltrimetilamonio, de modo que cuando todos los componentes se añadieron al agua en el sistema, la concentración de reactivo estaba en el nivel máximo de citrato de sodio 0,01 M, ácido cítrico 0,005 M, y bromuro de tetradeciltrimetilamonio 0,0015 M. Se añadió un biocida secundario, MB2128, para dar una concentración final de 200 ppm. Se recogieron muestras del agua del sumidero a las 24 horas y después de 4 días y se recogió un hisopo de la biopelícula después de 4 días.

Un análisis del agua del sumidero mostró que el recuento de plancton en el volumen de agua estaba por debajo del límite de detección después de 24 horas y permaneció por debajo del límite de detección durante el resto del experimento. Se observó que hubo un crecimiento en las placas que fueron recubiertas con muestras de 50  $\mu\text{L}$ , lo que indica que existen pequeñas aglomeraciones de biopelículas en el volumen de agua que protegen los microorganismos a medida que la biopelícula se desprende de las superficies y se liberan en el proceso de recubrimiento. Al igual que con el Ejemplo 2, la coloración de la biopelícula se volvió más clara a un color marrón muy claro. Las muestras de un hisopo en las zonas delgadas de la biopelícula produjeron recuentos que estaban por debajo del límite de detección e hisopos tomados en zonas de biopelícula más gruesas resultaron en recuentos de  $2 \times 10^2$  ufc por  $\text{cm}^2$ .

Una vez que se completó el experimento, se drenó el sistema y se volvió a llenar con agua limpia que circulaba por todo el sistema. A diferencia del Ejemplo 2, los sólidos que se desprendieron durante el Ejemplo 3 quedaron en el sumidero y otras zonas de flujo bajo. Durante este tiempo, la pérdida de agua resultante de la evaporación se compensó con la adición de agua limpia. Durante el experimento se observó que había espuma presente en la superficie del agua en el sumidero. Se recogieron muestras microbiológicas a intervalos semanales del agua del sumidero y los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 1. El cuadro muestra que, durante aproximadamente 20 días después del tratamiento, la población microbiana en el sistema permaneció bajo control. Sin embargo, hubo un rápido aumento de bacterias tanto sésiles como planctónicas en los 10 días siguientes, lo que llevó de nuevo a las poblaciones de ambos al nivel inicial normal. Estos resultados indican que en la superficie de la tubería se está restableciendo una biopelícula. Debido a que la torre de refrigeración piloto no se drenó y se volvió a llenar con agua limpia después de completarse el ciclo de tratamiento, se cree que los microorganismos planctónicos utilizaron la carga orgánica de la composición de tratamiento como fuente de alimento, tal como indican los elevados recuentos bacterianos en el volumen de agua. Purgar o drenar el sistema después de completarse el ciclo de tratamiento, y eliminar los sólidos restantes del sumidero, habría eliminado la mayor parte de esta carga orgánica, lo que resultaría en que el sistema permanezca bajo control durante un período de tiempo más largo.

**Ejemplo 3A: Tratamiento de la torre de refrigeración piloto con los reactivos de concentración máxima en polvo y un biocida secundario.**

En el día 48, la torre de refrigeración del Ejemplo 3 se trató nuevamente, esta vez con los reactivos de concentración máxima en polvo. Este ejemplo demuestra que no hubo diferencia en el rendimiento entre las composiciones de tratamiento en polvo y líquido. Tal como se muestra en la figura 2, en las tres horas posteriores a la adición de la composición de tratamiento en polvo, las bacterias sésiles y planctónicas se redujeron a niveles por debajo del límite de detección y permanecieron en estos niveles bajos durante más de 1 semana.

Las evaluaciones de corrosión en la concentración máxima para la composición de tratamiento se realizaron en probetas en la estructura de corrosión en la torre de refrigeración y en pruebas de recipientes, tal como se ha descrito anteriormente. Las probetas de corrosión en la estructura de probetas mostraron signos de corrosión después de 24 horas. Sin embargo, las probetas de acero galvanizado desarrollaron una acumulación cerosa en la superficie que aumentó de grosor con el tiempo de reacción. Se encontró que el depósito era una combinación del citrato de sodio, ácido cítrico, y el tensioactivo. También contenía zinc, cobre y hierro. Este depósito sólo se observó en la probeta de zinc en la estructura de probetas. Otras probetas de zinc que se colocaron en el sumidero, que es un entorno de flujo bajo, no mostraron ningún signo de esta acumulación cerosa. Los resultados de las pruebas de corrosión mostraron que, sin la adición del inhibidor de corrosión 15000 MT, las velocidades de corrosión eran de 30 mPA para acero dulce y 4 mPA para cobre. También se observó que se formaba un depósito ceroso en las probetas de cobre y acero dulce que tenían el mismo espectro que el que se encuentra en la probeta de zinc en la torre. Sin embargo, las velocidades de corrosión con la adición de 15000 TM no variaron para el acero dulce; las velocidades de corrosión del cobre disminuyeron en un orden de magnitud a 0,4 cuando se utilizó el inhibidor de corrosión 15000 MT.

Los resultados de estos ejemplos ayudan a definir cómo puede aplicarse esta composición de tratamiento para tratar un sistema hidráulico antropogénico real basado en el rendimiento general y la reactividad. La composición de tratamiento funciona al reaccionar con la biopelícula en una interacción química y física sinérgica que hace que se desprenda o exfolie de la superficie a la cual está adherida. A medida que se desprende de la superficie, ésta forma pequeños aglomerados que contienen microorganismos viables. Si no se eliminan los aglomerados de biopelícula desprendidos como resultado del tratamiento, puede producirse una recolonización rápida del sistema. El tratamiento de concentración mínima requiere varios días para actuar; sin embargo, las velocidades de corrosión son bajas, especialmente cuando se utiliza con un inhibidor de corrosión. El tratamiento de mayor concentración requiere un tiempo de exposición más corto de hasta 24 horas; sin embargo, es altamente corrosivo para los metales en el sistema. El tratamiento de mayor concentración tiene el potencial de formar una acumulación cerosa gruesa en superficies galvanizadas en zonas donde hay un flujo laminar elevado. Se prefiere la adición de inhibidores de corrosión, especialmente para sistemas hidráulicos que contienen cobre. La adición de reactivos en polvo reduce significativamente el volumen de material requerido para el tratamiento sin que la eficacia del tratamiento se vea afectada negativamente.

**Ejemplo 4: Tratamiento de una torre de refrigeración de 600 galones.** Este ejemplo se diseñó para aplicar los resultados de laboratorio a una torre de refrigeración a pequeña escala en el campo. Este ejemplo se realizó en una torre de refrigeración CTS modelo 2125 de 125 toneladas con un volumen total de 2271 litros (600 galones) situada en el campus de una universidad local. La torre de refrigeración se utilizó para enfriar el edificio de ordenadores y estuvo funcionando con una carga de calor completa durante la duración de la prueba.

Antes de realizar la prueba, la torre de refrigeración se estaba tratando utilizando un protocolo de biocida convencional. El tratamiento convencional con biocidas se interrumpió dos semanas antes del tratamiento utilizando la composición de tratamiento y el procedimiento de la invención. Se recogieron muestras de agua y se analizaron antes del tratamiento para obtener lecturas de línea base. Se documentó fotográficamente también el estado del sistema. Se observó que el agua en el sistema era clara; sin embargo, en el fondo del sumidero creció una delgada película de algas. No había signos de otros depósitos en el sumidero. El material de relleno tenía una película negra formada en toda la estructura. La película era una mezcla de compuestos biológicos e inorgánicos. Las pruebas con hisopo mostraron una carga microbiológica de  $2 \times 10^6$  ufc por  $\text{cm}^2$ . El análisis del sumidero dio un recuento inicial de  $1 \times 10^2$  ufc por ml con la mayoría de los microorganismos identificados como *pseudomonas spp*. El cobre disuelto y suspendido estaba dentro de los rangos aceptables al igual que el hierro disuelto y suspendido.

Antes de iniciar el tratamiento, se enjuagó el sistema de la torre de refrigeración, se añadió agua limpia, y después se desconectó la válvula de purga del controlador de conductividad. Para la protección del cobre en el sistema de refrigeración, se añadió un compuesto de tolitriazol (TTA) para dar un total de 9 ppm en el volumen de agua y se hizo circular a través del sistema durante 1 hora. Se pesó una composición de tratamiento que comprendía ácido cítrico, citrato de sodio, sólidos de bromuro de tetradeciltrimetilamonio (en forma de polvo) en cantidades que, cuando se añaden al agua en la torre de refrigeración, dieran una concentración final de citrato de sodio 0,005 M, ácido cítrico 0,003 M, y bromuro de tetradeciltrimetilamonio 0,00075. Los polvos para cada componente se añadieron a un tambor y se mezclaron para generar una mezcla uniforme. El agua del sumidero se mezcló con los

sólidos en el tambor y la suspensión resultante se introdujo directamente en el sumidero de la torre de refrigeración. El biocida secundario, B2128, se añadió directamente al sumidero a los niveles de uso recomendados. Se colocó un filtro en línea en la tubería de salida desde la torre de refrigeración al condensador durante el ciclo de tratamiento para filtrar los sólidos desprendidos por el tratamiento.

Una vez que se añadió el compuesto, se formó una capa delgada de espuma donde el agua que caía del relleno golpeaba el agua del sumidero. A medida que el producto circulaba, se observó que el agua pasaba de gris incoloro a semitransparente y ya no era posible ver el fondo del sumidero. El producto circuló durante 48 horas, después se descargó el sistema de la torre de refrigeración y se añadió agua limpia y se restableció el programa de biocida convencional.

La figura 3 es una gráfica de las bacterias planctónicas y sésiles aisladas del sumidero y relleno durante el experimento del Ejemplo 4. La gráfica muestra que, inmediatamente después de la adición de la composición de tratamiento, se produjo una caída de la carga bacteriana viable tanto en forma planctónica como sésil. Sin embargo, se observó que, a las 24 horas (para las bacterias planctónicas) y a las 48 horas (para las bacterias sésiles), el número de bacterianos viables había aumentado a casi los valores originales. El análisis microbiológico mostró que, en las mediciones iniciales, las colonias se parecían a *pseudomonas spp* normales pero, después de 24 horas, en las placas comenzó a aparecer una segunda especie que originalmente se pensaba que era contaminación. Cuando se identificaron estas especies, se descubrió que eran *pseudomonas spp* diferentes de las primeras observadas. Un análisis adicional mostró que había especies de protozoos presentes en el agua que no estaban presentes en el análisis inicial. Con la adición del biocida convencional después del tratamiento, se produjo una caída significativa en la cantidad de bacterias planctónicas y sésiles viables en el sistema de la torre de refrigeración.

Durante el tratamiento en el Ejemplo 4, se observó que la biopelícula negra en el material de relleno se soltó y comenzó a caer al sumidero. Se utilizó una pulverización de agua tomada del sumidero para eliminar el material restante del material de relleno.

Se observó un depósito verde/gris en el filtro. Un análisis del material de depósito mostró que tenía la siguiente composición: 37% orgánico, 18,5% carbonato de calcio, 31% sílice, siendo el resto zinc, aluminio y óxidos de hierro.

Tal como se observó con los otros ejemplos, el tratamiento decolora la biopelícula, la hincha y hace que se desprenda de los aglomerados y se deslamine de las superficies del sistema hidráulico. Los resultados también muestran que estos aglomerados contienen bacterias viables y que estas bacterias pueden recolonizar el sistema, incluso si hay un filtro en línea para eliminar los sólidos. Sin embargo, los resultados muestran que la adición de otro biocida secundario después del tratamiento de bio-dispersión (además de la cantidad de MB2128 que se añadió al sumidero al comienzo del tratamiento) es eficaz para reducir los microorganismos viables en el estado planctónico y sésil.

La figura 4 es una gráfica que muestra cobre disuelto y suspendido en el volumen de agua de la torre de refrigeración antes, durante y después del tratamiento. La gráfica muestra que, antes del tratamiento, los niveles de cobre en el sistema eran esencialmente cero. El día en que se inició la prueba, los niveles de cobre comenzaron a ascender y se mantuvieron elevados incluso después de que se completara el ciclo de tratamiento de 48 horas y de que se expulsara del sistema el agua que contenía la composición de tratamiento disuelta. Sin embargo, los valores volvieron a los niveles bajos normales después de varios días de funcionamiento normal. Estos resultados indican, tal como se observó en el Ejemplo anterior, que la exposición de cobre a largo plazo (tal como un ciclo de tratamiento de 48 horas o más) a la composición de tratamiento podría ser perjudicial para el rendimiento del sistema hidráulico y/o componentes de cobre del sistema hidráulico. Como tal, lo más preferido es utilizar un inhibidor de corrosión de cobre con la composición de tratamiento para evitar una corrosión excesiva.

Un beneficio adicional del tratamiento de acuerdo con esta realización de la invención es que parecía ser eficaz para eliminar o decolorar algas de los lados del sumidero. Los resultados del experimento de campo en el Ejemplo 4 mostraron que, si se utiliza de manera controlada y siguiendo los procedimientos descritos anteriormente, esta composición de tratamiento resulta efectiva para eliminar biopelícula, escamas y algas.

**Ejemplo 5: Tratamiento de una torre de refrigeración de 700 galones.** Se realizó otro experimento en una torre de refrigeración, la cual se consideró como una torre limpia. Se identificó y se inspeccionó una torre de refrigeración Marley de 2650 litros (700 galones) en busca de signos de contaminación visible. Se observó que el agua era clara, había algunos depósitos marrones en el relleno en el agua, y había una pequeña cantidad de escamas de carbonato de calcio en las superficies externas del relleno. Una semana antes de comenzar el experimento, se detuvo el programa convencional de tratamiento con biocidas. El análisis microbiano del agua y el depósito marrón en el relleno antes de comenzar el experimento mostró unos recuentos de  $1 \times 10^4$  ufc por ml y  $1 \times 10^4$  ufc por  $\text{cm}^2$ , respectivamente, los cuales se encuentran dentro de las especificaciones para que esta torre se considere limpia.

La concentración de la composición de tratamiento fue la misma que la utilizada en los experimentos anteriores, siendo el único cambio el tensioactivo, que se cambió a cloruro de didecildimetilamonio. Antes del tratamiento, se añadió al sumidero una solución de tolitriazol de 17 ppm, un inhibidor de corrosión de cobre, y se dejó circular durante 1 hora. Una vez transcurrida la hora, se añadió el tensioactivo directamente al sumidero de la torre de refrigeración y se dejó circular durante 24 horas. Después de 24 horas, se añadieron los otros reactivos.

Se observó que, con la adición inicial del tensioactivo, el agua se volvió turbia pero en 24 horas se había vuelto a aclarar. No había signos de depósitos u otro material presente en el agua. Con la adición de los otros reactivos, el líquido comenzó a ponerse verde alrededor de los bordes del sumidero donde se encontraba el relleno.

Después de 4 horas de tratamiento, el sistema se purgó y la torre se llenó con agua limpia. Al día siguiente, cuando se inspeccionó la torre, se descubrió que había una cantidad significativa de espuma acumulada dentro de la torre. La espuma tenía una cantidad considerable de material verde sobre la superficie. Lo más notable en el fondo del sumidero era un depósito verde claro que no estaba allí el día anterior. Aunque el depósito parecía que era un óxido de cobre o un compuesto de cobre, se determinó que contenía un 92% de material orgánico y el resto era óxido de zinc y carbonato de calcio después del análisis. Esto indicó que la torre de refrigeración contenía más material orgánico del que aparecía inicialmente mediante inspección visual y análisis de agua y que el tratamiento fue efectivo para eliminar el material orgánico de las superficies de la torre.

Debido a la época del año y la baja carga de calor en el sistema, el agua no circulaba tan rápido como se esperaba, por lo que, incluso después del proceso de purga, todavía había citrato y tensioactivo en el sistema. Esto se volvió problemático a medida que la acción continua de los reactivos liberaba más material orgánico en el sumidero de la torre de refrigeración, lo que puede volver a contaminar el sistema. Los patrones de flujo irregulares a través del sistema producen una espuma excesiva que requiere tratamiento con anti-espumante.

Adicionalmente, la presencia de los reactivos de citrato y tensioactivo en el sistema, incluso después de purgarse el sistema, produjo una mayor corrosión de los elementos de cobre del sistema. La figura 5 es una gráfica que muestra el cobre disuelto y suspendido en el sistema de torre de refrigeración. Incluso después de enjuagar el sistema de la torre de refrigeración, hubo una continua disolución del cobre en el sistema y esa velocidad de corrosión es excesiva. Para evitar daños permanentes en el sistema de la torre de refrigeración, se purgó toda la unidad y se lavó antes de llenarla con agua limpia. El análisis mostró que, después de este proceso, los niveles de cobre volvieron a la normalidad. En consecuencia, puede ser necesario enjuagar o limpiar el sistema hidráulico después de purgar o drenar el sistema hidráulico al finalizar el ciclo de tratamiento para eliminar completamente los reactivos antes de llenar el sistema con agua limpia.

La figura 6 es una gráfica que muestra los recuentos planctónicos y sésiles de la torre del Ejemplo 5. Tal como se esperaba, existe una disminución inicial en los recuentos planctónicos y sésiles; sin embargo, a medida que se libera más material de biopelícula en el sumidero y la concentración de la composición de tratamiento disminuye a medida que se consumen los reactivos y con el purgado inicial, el número de microorganismos viables comenzó a aumentar nuevamente.

**Ejemplo 6 - Tratamiento de una torre de refrigeración de 13249 litros (3500 galones).** En otro estudio, se trató una torre de refrigeración con un volumen de 13249 litros (3500 galones) con una composición de acuerdo con la invención. El tratamiento se preparó con la sal neutra y ácido orgánico que se mezclaron en recipientes pequeños de una capacidad de 3,8-19 litros (1-5 galones) y el tensioactivo se preparó previamente en un recipiente separado. Antes de añadir la composición de tratamiento, se añadieron 265 g del tolitriazol al sistema hidráulico, seguido de 795 g de un agente anti-espumante. La composición de tratamiento se añadió después al sumidero mediante la adición de 13,2 litros (3,5 galones) de la mezcla de sal neutra/ácido orgánico, seguido de 13,2 litros (3,5 galones) del tensioactivo. La solución se dejó mezclar y la concentración final de los reactivos en el agua fue citrato de sodio 0,005 M, ácido cítrico 0,003 M y cloruro de didecildimetilamonio 0,00075 M.

Después de la adición de ambas partes de la composición de tratamiento, comenzó a formarse una capa delgada de espuma en el sumidero. El nivel más alto de espuma se encontraba cerca de la válvula de compensación, que era la zona de mayor turbulencia. Además, se formó una capa delgada de espuma donde el agua que caía del relleno salpicaba en el nivel de agua del sumidero. A medida que los reactivos circulaban por el sistema, el agua se volvió ligeramente turbia y el fondo del sumidero no era tan visible. El agua también se volvió turbia en el punto de fluidez de la adición de surfactante, pero se aclaró durante el ciclo de tratamiento.

El cobre disuelto y suspendido se controló antes y durante el ciclo de tratamiento. El nivel de cobre disuelto ascendió a aproximadamente 0,2 ppm durante el tratamiento y cayó rápidamente una vez que se abrió la válvula de purga. El nivel de cobre suspendido permaneció casi igual durante el ciclo de tratamiento. Debido a que la composición de tratamiento es corrosiva para el cobre, se prefiere la adición de un inhibidor de corrosión de cobre, tal como tolitriazol.

En este ejemplo, se utilizó un análisis de ATP, basado en la detección de adenosín trifosfato que está presente en células vivas (viables), para determinar la carga biológica en el sistema hidráulico. La detección de ATP indica que el sistema hidráulico contiene células vivas. Un análisis de ATP también puede detectar ATP no ligado a células liberado en el volumen de agua, pero dicho ATP no ligado a células tiene una vida útil muy corta y se degrada rápidamente fuera de la célula. Si en un sistema hidráulico hay presentes biopelículas, generalmente existe un rápido aumento del ATP total después de la adición de biodispersante. El aumento del ATP total se debe a la transferencia de células biodispersantes desde las superficies del sistema hidráulico al volumen de agua. Una vez que se añade biocida al sistema, éste elimina la biopelícula circulante así como capas recién expuestas de la biopelícula adheridas a las superficies del sistema y puede detectarse una convergencia del ATP total. En este ejemplo, el ATP total se probó antes, durante y después del ciclo de tratamiento. El ATP total ascendió hasta 4200 RLU cuando la composición de tratamiento se añadió al sistema, lo que sugiere una biopelícula circulante en el volumen de agua. Una vez que se añadió MB-60B (un biocida secundario) al sistema, el ATP total volvió rápidamente a sus valores iniciales, medidos antes de la adición de la composición de tratamiento.

Los resultados de las pruebas de campo se resumen de la siguiente manera: (1) La composición y el procedimiento de tratamiento se utilizan mejor en torres de refrigeración o sistemas hidráulicos donde existe un elevado intercambio de agua debido a las elevadas cargas de calor; (2) la composición de tratamiento atacará el cobre presente en el sistema hidráulico que se está tratando (tal como tuberías de cobre en las unidades de refrigeración de una torre de refrigeración), por lo que se prefiere el uso de un inhibidor de corrosión; (3) la composición de tratamiento es efectiva para eliminar materiales orgánicos, biológicos e inorgánicos que se han acumulado en las superficies del sistema hidráulico; (4) una vez que se completa el ciclo de tratamiento, volver a un tratamiento biocida convencional es una manera efectiva de mantener las poblaciones microbianas bajo control, pero se prefieren tratamientos periódicos repetidos con la composición de tratamiento y el procedimiento de la invención; (5) el uso de los reactivos en la composición de tratamiento en forma de polvo es efectivo; (6) los reactivos en la composición de tratamiento pueden añadirse directamente al sumidero u otro depósito de agua y diluirse con el agua que ya se encuentra en el sistema antropogénico que se está tratando; (7) el tratamiento liberará aglomerados en el sistema que contienen microorganismos que normalmente no están presentes en el sistema hidráulico a granel; y (8) el aglomerado de biopelícula puede eliminarse efectivamente del sistema con el uso de un filtro en línea.

**Ejemplo 7: Tratamiento de biopelículas de legionela.** Se cultivó una biopelícula de *Legionella pneumophila* (ATCC 33153) en el reactor CDC bajo 4 días de suministro continuo de un medio de extracto de levadura de carbón tamponado. Después, se tomaron unas muestras de una varilla con tres probetas de acero inoxidable para detectar recuentos de células viables antes de la exposición al tratamiento. Se transfirieron varillas adicionales a reactores discontinuos que contenían agua de dilución tamponada (probetas de control), reactivos de concentración mínima o reactivos de alta concentración de la composición de tratamiento de acuerdo con la invención. Después de 1 hora y 24 horas, se extrajo una varilla de cada reactor y se tomaron muestras de números de células viables. Hubo una reducción de 1,4 y 2,4 logaritmos en legionela en una biopelícula para las concentraciones mínimas y máximas de tratamiento, respectivamente.

**Ejemplo 8: Tratamiento espumante de un desagüe de diálisis a la concentración máxima.** Se realizó otro estudio utilizando un tratamiento con espuma en un desagüe de diálisis en un hospital local. Se preparó una solución con una concentración de reactivos activos que comprendía citrato sódico 0,01 M, ácido cítrico 0,005 y Neodol 91-6 0,0015 M como tensioactivo utilizando agua desionizada. Se transfirió una alícuota de 300 ml de la solución a un bote de aerosol en combinación con Neodol 91-6 (además del Neodol 91-6 utilizado como componente tensioactivo de la composición de tratamiento, que se añadió para mejorar las propiedades espumantes), benzoato de sodio (un conservante como inhibidor de corrosión), AMP-95 (un espumante adicional) y 20 g de AB-46 (un propelente). Al bote de aerosol se le incorporó una boquilla espumante y un vástago, se selló, y después se presurizó. El bote debe estar provisto de una boquilla que suministre mejor la composición de tratamiento prácticamente a todas las superficies del desagüe, lo que dependerá de la estructura y la configuración física del desagüe que se está tratando. Puede utilizarse cualquier tensioactivo compatible, aunque se prefiere Neodol 91-6. Un tensioactivo altamente espumante es el mejor para la aplicación de aerosol con el fin de prolongar el tiempo de contacto lo máximo posible.

Al llegar al sitio de tratamiento, el tubo que conecta la máquina de diálisis y el desagüe se retiró y se colocó en una bolsa de residuos peligrosos. La cubierta del desagüe se retiró y se inspeccionó visualmente y fotográficamente la presencia de depósitos y biopelícula. La inspección reveló la presencia de una acumulación de cera seca y crecimiento biológico en los lados del desagüe que conduce a la línea de desagüe principal. Se tomaron muestras microbiológicas dentro del desagüe en la interfaz agua-aire antes y después del tratamiento.

La composición de tratamiento se aplicó al desagüe como una espuma desde el bote de aerosol, de manera que llenaba completamente la línea de desagüe desde el nivel del agua hasta la parte superior de la línea de desagüe. A medida que se rompía la espuma, se aplicó una composición de tratamiento adicional para mantener la altura de la

columna de espuma. La espuma quedó en la línea de desagüe durante 1 hora, después de lo cual se lavó con un rociador manual cargado sólo con agua corriente. Se observó que, al final del tratamiento, había restos biológicos presentes en la espuma y, cuando se enjuagó con agua, los lados de las paredes del desagüe se veían visiblemente más limpios, también se observó que el mal olor que emanaba del desagüe era considerablemente menos al final del tratamiento. Una vez que se completó el tratamiento con espuma, el sistema se trató con una dosis de mantenimiento regular de un producto de tratamiento de desagües convencional disponible en el mercado.

**Ejemplo 9: Tratamiento espumante de un desagüe de diálisis a concentración mínima.** Se realizó un segundo estudio sobre el desagüe de diálisis utilizando una composición de tratamiento que tenía las concentraciones mínimas de citrato de sodio 0,001, ácido cítrico 0,0005 M y tensioactivo 0,00015 M. La composición de tratamiento se aplicó al desagüe como una espuma de manera que llenaba completamente la línea de desagüe desde el nivel del agua hasta la parte superior del desagüe. No hubo diferencia en la consistencia de la espuma en comparación con el Ejemplo 8. A medida que se rompía la espuma, se aplicó una composición de tratamiento adicional para mantener la altura de la columna de espuma. La espuma permaneció en la línea de desagüe durante 1 hora antes de ser expulsada de la línea con agua del grifo, y después fue tratada con un programa químico de mantenimiento de desagües convencional, disponible en el mercado. Al igual que con el Ejemplo 8, los lados de la pared de la línea de desagüe se veían más limpios y hubo una reducción del mal olor proveniente de la línea de desagüe.

**Ejemplo 9A: Tratamiento líquido de un desagüe de diálisis a concentración mínima.** Se realizó un tercer estudio para comparar una composición de tratamiento líquida con la composición espumante del Ejemplo 9. Se preparó una solución de la composición de tratamiento sin los agentes de aerosol adicionales para dar una concentración activa de citrato de sodio 0,001 M, ácido cítrico 0,0005 M, y tensioactivo 0,00015 M. La línea de desagüe se abrió y se insertó un tapón de desagüe inflable para llegar al fondo de la línea de desagüe. El tapón se conectó a una bomba de aire y se infló a 2,76 bar (40 psi) haciendo que éste sellara el desagüe. La composición de tratamiento líquida se vertió por el desagüe y se dejó reaccionar durante 1 hora. Una vez transcurrido el tiempo de tratamiento, se desinfló el tapón y se dejó que el líquido se convirtiera en residuo. Las paredes de la línea de desagüe se lavaron con agua del grifo y después se añadió un producto de mantenimiento de desagües convencional disponible en el mercado. Además de la reducción visible de los contaminantes dentro del desagüe después del tratamiento, el análisis de hisopos mostró que había una reducción de microorganismos en la pared de la línea de desagüe después del tratamiento.

Los resultados de los experimentos muestran que tanto las aplicaciones líquidas como las de espuma son efectivas para limpiar material biológico de las paredes de las líneas de desagüe. Sin embargo, las observaciones experimentales mostraron que la espuma expuso la superficie a productos químicos activos frescos a través de la acción de la ruptura de la espuma y también pareció que ayudaba a eliminar físicamente el suelo biológico de la superficie de la línea de desagüe.

La Tabla 3 muestra los resultados del análisis microbiológico de muestras de hisopos recogidas de los lados de las paredes de desagüe en los Ejemplos 8 y 9. Se tomaron dos hisopos, etiquetados A y B, para cada desagüe y para cada aplicación de la composición de tratamiento espumante, a la concentración máxima y a la concentración mínima. Se aplicó una composición de tratamiento de acuerdo con una realización de la invención, seguido de una aplicación de *Drain-Tain* disponible en el mercado, y después se tomaron los hisopos en diferentes ubicaciones en lados sustancialmente opuestos del desagüe. Estos resultados mostraron que el recuento de microorganismos se redujo en un promedio 5 logaritmos para ambas composiciones de tratamiento.

**TABLA 3 - Microorganismos de paredes de desagüe**

Desagüe n°	Tratamiento	Muestra	Antes del tratamiento UFC/mL	Después del tratamiento UFC/mL
1	<i>Drain-Tain</i> (Tratamiento/control de la técnica anterior)	Hisopo 1A	$2,00 \times 10^1$	$5,00 \times 10^0$ (por debajo del límite de cuantificación)
1	<i>Drain-Tain</i> (Tratamiento/control de la técnica anterior)	Hisopo 1B	$9,75 \times 10^7$	$1,00 \times 10^1$ (por debajo del límite de cuantificación)
2	Ejemplo 9 (Conc. Mín.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 2A	$1,88 \times 10^7$	Por debajo del límite de cuantificación
2	Ejemplo 9 (Conc. Mín.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 2B	$2,20 \times 10^2$	$1,18 \times 10^1$ (por debajo del límite de cuantificación)
3	Ejemplo 9 (Conc. Mín.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 3A	$4,20 \times 10^5$	$1,5 \times 10^2$ (por debajo del límite de cuantificación)
3	Ejemplo 9 (Conc. Mín.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 3B	$2,71 \times 10^3$	Por debajo del límite de cuantificación

4	Ejemplo 8 (Conc. Máx.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 4A	5,65X10 <sup>8</sup>	1,29X10 <sup>3</sup>
4	Ejemplo 8 (Conc. Máx.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 4B	7,50X10 <sup>8</sup>	9,85X10 <sup>4</sup>
5	Ejemplo 8 (Conc. Máx.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 5A	2,50X10 <sup>1</sup> (por debajo del límite de cuantificación)	1,05X10 <sup>2</sup> (por debajo del límite de cuantificación)
5	Ejemplo 8 (Conc. Máx.) seguido de <i>Drain-Tain</i>	Hisopo 5B	1,30X10 <sup>1</sup> (por debajo del límite de cuantificación)	2,00X10 <sup>1</sup> (por debajo del límite de cuantificación)

**Ejemplo 10: Tratamiento de urinarios sin agua.** Se realizó otro estudio utilizando la composición de tratamiento espumante para eliminar y evitar que se vuelva a producir una acumulación biológica en sistemas urinarios sin agua. Antes de añadir la composición de tratamiento, se retiró el tapón de desagüe que conduce desde el urinario al desagüe, revelando una capa de depósitos biológicos e inorgánicos en la interfaz aire-líquido. La línea de desagüe se llenó con el producto espumante suministrado desde un bote de aerosol con una concentración de ingredientes activos de citrato de sodio 0,01 M, ácido cítrico 0,005 M y cloruro de didecildimetilamonio 0,0015 M. Se dejó reaccionar el tratamiento durante 5 minutos, después de lo cual se enjuagó la espuma con agua y se añadió un sellador convencional. Los urinarios de control tenían la línea de desagüe limpia con cepillo y se añadió un sellador convencional. La primera semana después del tratamiento no hubo cambios visibles en el estado del sellador o los bloques de control de olor. A la segunda semana, los urinarios no tratados comenzaron a mostrar signos de que los sistemas de control de olor se estaban descomponiendo. Los urinarios a los que se aplicó la composición de tratamiento espumante tenían sistemas de control de olor completamente funcionales y estaban libres de olores. Después de la semana tres, algunos de los bloques de control de olor en los urinarios no tratados comenzaron a presentar crecimiento biológico y el sellador cambió de color de azul a verde, mientras que los urinarios tratados mostraron poca o ninguna acumulación biológica. Después de 4 semanas, los sistemas de control de olor en los urinarios no tratados se habían descompuesto por completo, mientras que los urinarios tratados todavía estaban en pleno funcionamiento y exhibían olores controlados.

Además de los resultados anteriores, los resultados de estos ejemplos de desagües y urinarios se resumen de la siguiente manera: (1) se prefiere la composición de tratamiento espumante para utilizarse en sistemas de desagüe de limpieza ya que es más fácil de aplicar a prácticamente todas las superficies contaminadas en sistemas de desagüe y la rotura física de la espuma ayuda a eliminar mecánicamente el material biológico de las paredes del sistema de desagüe; (3) la composición de tratamiento ayuda a eliminar los malos olores en los sistemas de desagüe; (4) la composición de tratamiento puede prolongar la vida útil de un desagüe limpio y no obstruido, especialmente en el caso de los urinarios sin agua; (5) se permite preferiblemente que la composición de tratamiento entre en contacto con las superficies de un sistema de desagüe durante 5-120 minutos, pero es más preferible un tiempo de contacto de aproximadamente 60 minutos; (6) la composición de tratamiento elimina o minimiza fuentes de alimentos/nidos de insectos invertebrados dentro de sistemas de desagüe; (7) los efectos residuales del tratamiento ayudan a evitar que la biopelícula vuelva a crecer en sistemas de desagüe.

Los rangos de concentración para sal neutra, sal ácida, y reactivos tensioactivos que se dan aquí se basan en las cantidades de estos reactivos en el volumen total de agua en el sistema hidráulico que se está tratando, antes de la adición de cualquier otro aditivo, tales como inhibidores de corrosión, agentes anti-espumantes o cualquier biocida secundario. Dichos aditivos pueden incorporarse en una composición premezclada con la sal neutra, sal ácida, y tensioactivo de acuerdo con una realización de la invención y los expertos en la materia entenderán y apreciarán la correspondiente variación en las concentraciones cuando se incluyen los ingredientes adicionales. Las referencias que se dan aquí a sistemas hidráulicos que no son capaces de retener un volumen de agua incluyen sistemas que realmente son capaces de retener un volumen de agua, tales como existan actualmente o bien mediante modificación, pero para los cuales se desea, por cualquier motivo, aplicar la composición de tratamiento de la invención sin tapar el sistema o de otro modo utilizar un mecanismo de cierre para retener un volumen de agua dentro del sistema. Además, el uso de los términos con flujo (o circulante) y sin flujo (o no circulante) para describir los sistemas hidráulicos no pretende limitar el alcance de la invención, ya que las realizaciones de la composición, el procedimiento, y el sistema pueden utilizarse con cualquier tipo de sistema con modificaciones descrito aquí o que entiendan los expertos en la materia.

**REIVINDICACIONES**

1. Composición para tratar un sistema hidráulico para reparar biopelícula, comprendiendo la composición:
  - 5 ácido cítrico en una concentración en el intervalo de aproximadamente entre 0,0005 M y 0,005 M; citrato de sodio en una concentración en el intervalo de aproximadamente entre 0,001 M y 0,01 M; y un tensioactivo que comprende bromuro de tetradeciltrimetilamonio, cloruro de didecildimetilamonio, un compuesto de alcohol etoxilado o un compuesto de alcohol etoxi sulfato en una concentración en el intervalo de aproximadamente entre 0,00015 M y 0,0015 M; y
  - 10 en el que las concentraciones son de estos ingredientes cuando se mezclan con un volumen de agua en el sistema hidráulico que se está tratando.
2. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, un inhibidor de corrosión y un biocida secundario.
- 15 3. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la composición comprende, además, un inhibidor de corrosión y un biocida secundario, en el que inhibidor de corrosión es un compuesto de tolitriazol.
4. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el inhibidor de corrosión se encuentra en una concentración en el intervalo de aproximadamente entre 2 ppm y 17 ppm en base al volumen de agua en el sistema hidráulico que se está tratando; y/o la composición comprende, además, un agente anti-espumante.
- 20 5. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el tensioactivo tiene propiedades antimicrobianas.
- 25 6. Composición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la composición comprende, además, un propelente; y en el que la composición es para tratar un sistema de desagüe para eliminar biopelícula unida a una superficie dentro del sistema de desagüe.
- 30 7. Procedimiento para eliminar biopelícula y tratar un sistema hidráulico, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
  - reducir la conductividad eliminando sustancialmente toda el agua del sistema hidráulico si hay agua en el sistema y llenar el sistema hidráulico con un volumen de agua limpia;
  - añadir una composición de tratamiento, tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6, al agua en el sistema hidráulico; y
  - 35 poner en contacto el agua que contiene la composición de tratamiento con componentes del sistema hidráulico durante un período de tiempo.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende, además, las etapas de:
  - añadir un inhibidor de corrosión y un biocida secundario al agua en el sistema hidráulico; y
  - poner en contacto el agua que contiene el inhibidor de corrosión y el biocida secundario con componentes del sistema hidráulico durante un período de tiempo.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende, además, las etapas de eliminar sustancialmente toda el agua que contiene la composición de tratamiento del sistema hidráulico después de que ha estado en contacto con los componentes del sistema hidráulico durante un período de tiempo.
- 50 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el agua que contiene la composición de tratamiento hace contacto con los componentes del sistema hidráulico circulando a través del sistema hidráulico.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende, además, la etapa de filtrar el agua que contiene la composición de tratamiento a medida que circula a través del sistema hidráulico.
- 55 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el agua que contiene el inhibidor de corrosión y el biocida secundario hace contacto con los componentes del sistema hidráulico circulando a través del sistema hidráulico.
- 60 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el inhibidor de corrosión se añade al agua en el sistema hidráulico y se deja circular durante un período de tiempo antes de añadir la composición de tratamiento al agua.
14. Procedimiento para tratar un sistema hidráulico que comprende:

poner en contacto una composición de tratamiento, tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 6 con componentes del sistema hidráulico durante un período de tiempo; y enjuagar la composición de tratamiento del sistema hidráulico.

5

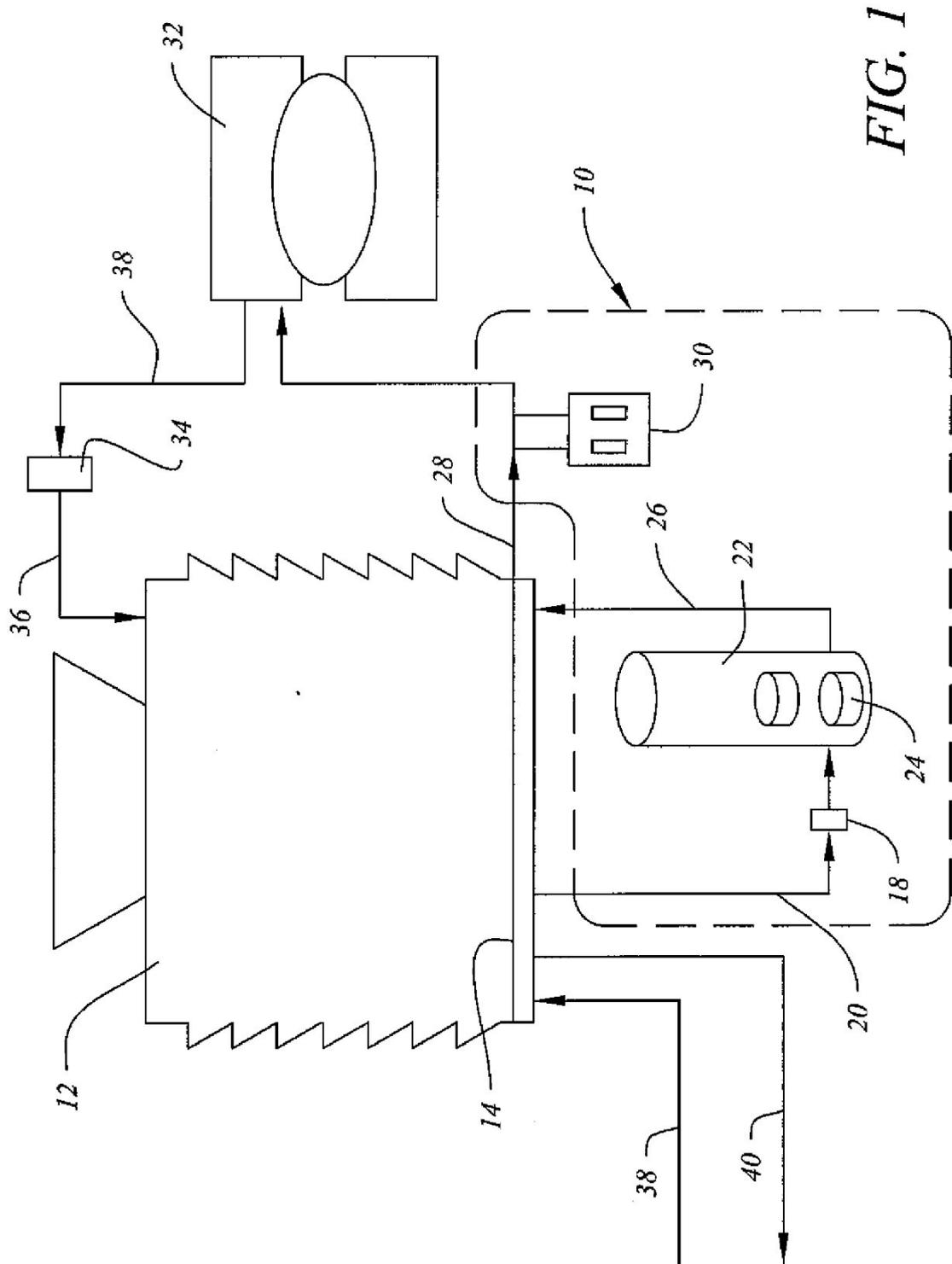
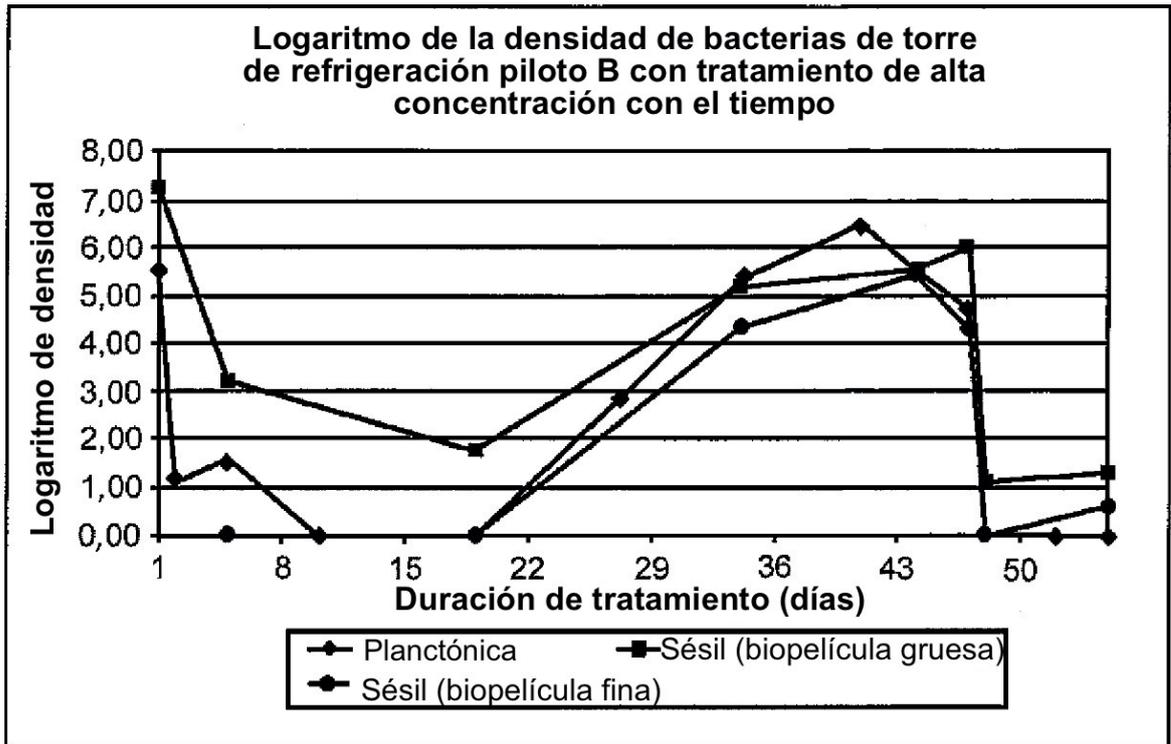
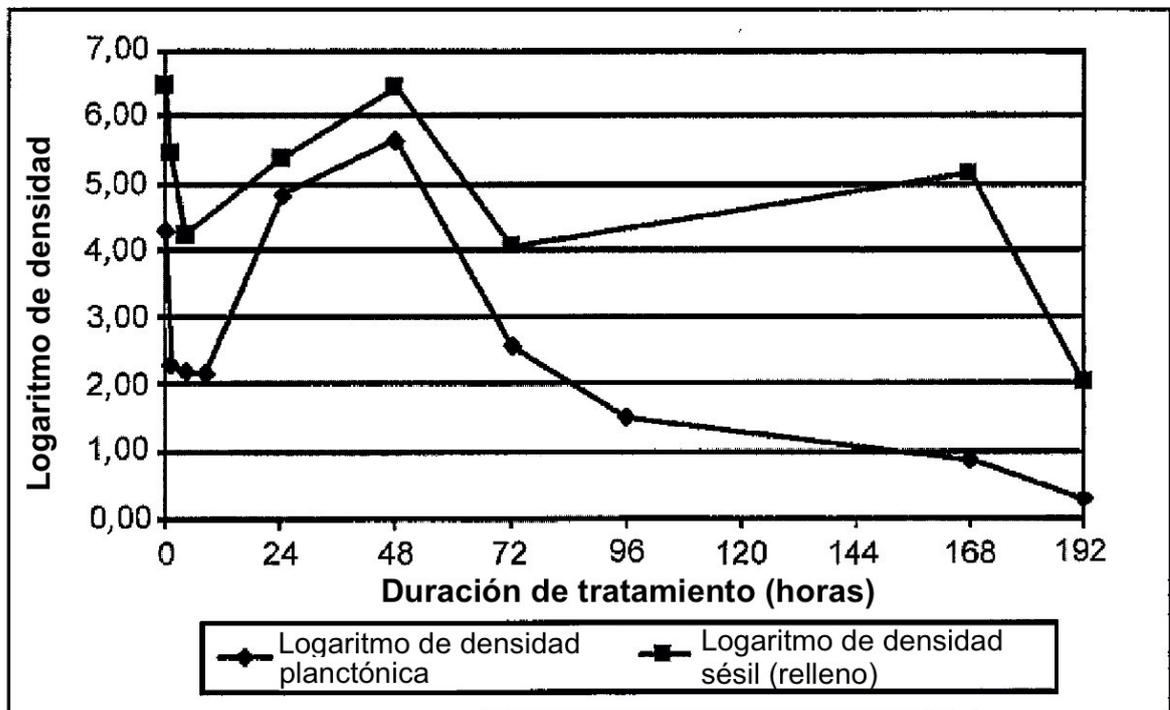


FIG. 1



*FIG. 2*



*FIG. 3*

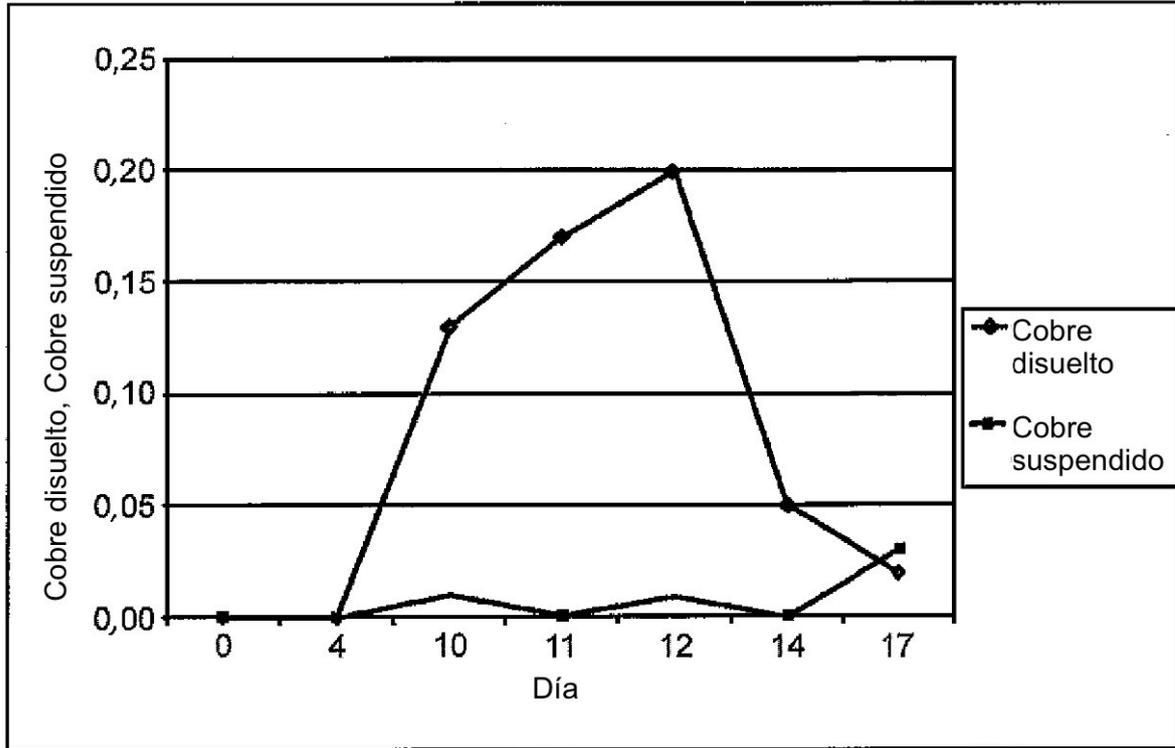


FIG. 4

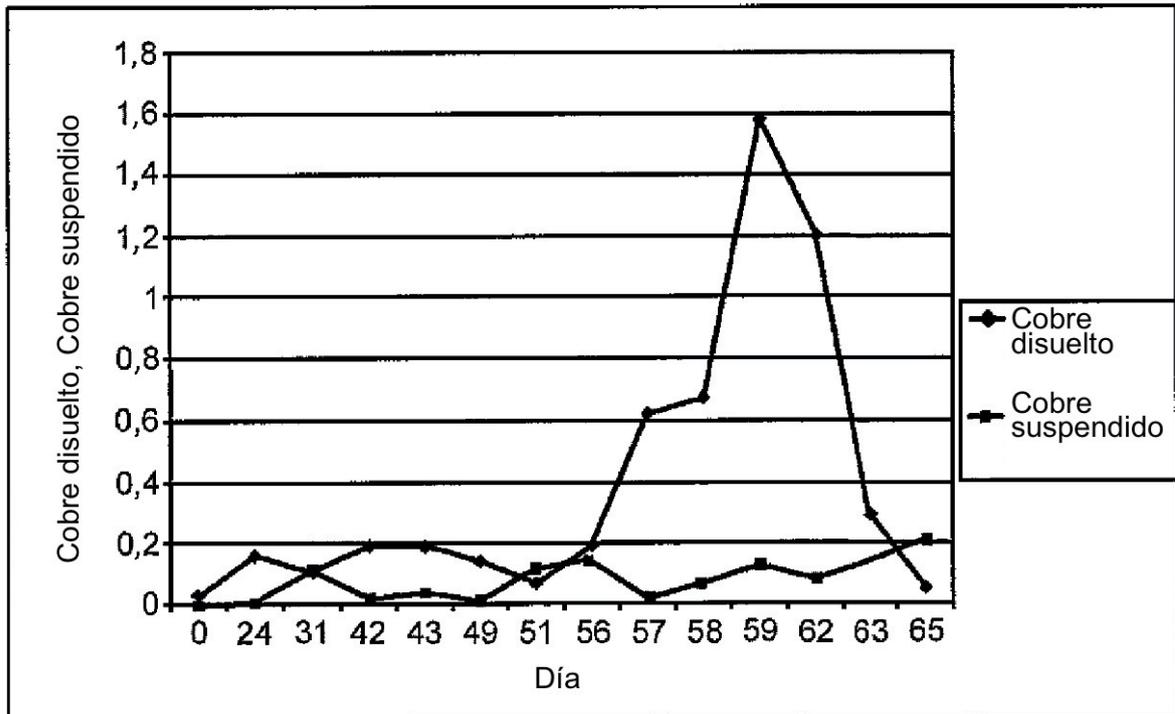
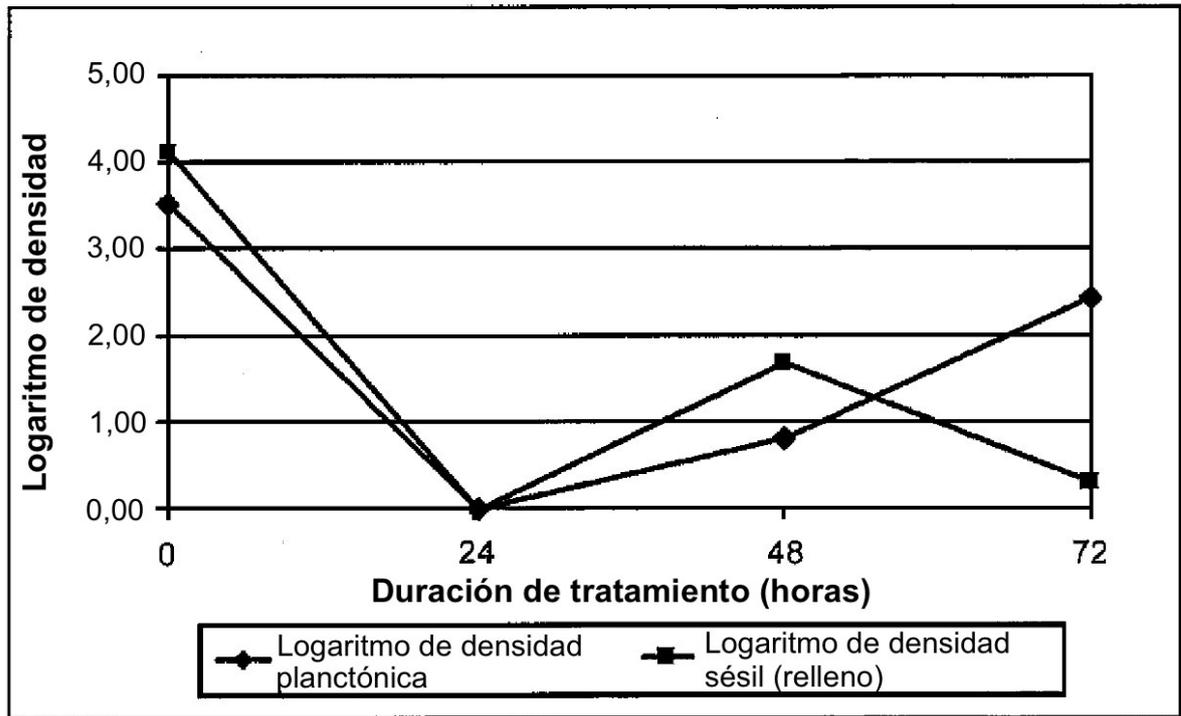


FIG. 5



*FIG. 6*