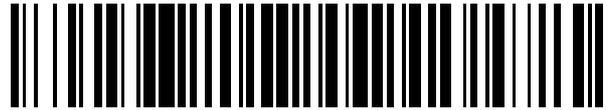


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 193**

51 Int. Cl.:

C02F 1/50 (2006.01)

C02F 1/76 (2006.01)

C02F 1/78 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2013 E 13198092 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015 EP 2746227**

54 Título: **Procedimiento de desinfección localizada para grandes masas de agua**

30 Prioridad:

19.12.2012 WO 12076170 EP

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

14.10.2015

73 Titular/es:

**CRYSTAL LAGOONS (CURAÇAO) B.V. (100.0%)
Kaya W.F.G. (Jombi), Mensing 14
Willemstad, CW**

72 Inventor/es:

FISCHMANN, FERNANDO BENJAMIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 548 193 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

Procedimiento de desinfección localizada para grandes masas de agua

Campo de la invención

5 La presente divulgación se refiere a un procedimiento para controlar las propiedades microbiológicas de una porción de agua con grandes masas de agua, centrándose en tratar tal porción de agua, donde dicha porción de la masa de agua grande cumple con condiciones sanitarias microbiológicas específicas. La presente divulgación permite a la gente usar grandes masas de agua para propósitos recreativos de una manera segura, evitando el tratamiento de la masa de agua total. El procedimiento comprende también dispensar productos químicos regidos por un procedimiento de determinación de parámetros basado en el ORP, la temperatura, la salinidad y opcionalmente la difusión de productos químicos y también la capacidad de dilución del agua. Esto da como resultado usar menos productos químicos en órdenes de magnitud para tratar agua y bajar el consumo de energía. Así, la presente divulgación puede permitir a la gente usar ciertas zonas dentro de masas de agua artificiales o naturales grandes, tales como lagos grandes, lagunas, depósitos, presas, manantiales, estanques, o el mar; para propósitos recreativos en una manera segura, superando la limitación o imposibilidad de tratar la masa de agua entera.

Antecedentes

15 Varios estudios realizados en todo el mundo muestran que la calidad del agua encontrada en grandes masas de agua, tales como lagos, depósitos, presas y el mar tienen características bacteriológicas y físicas que no cumplen con estándares de seguridad y/o con la calidad de agua requerida para propósitos recreativos. Por lo tanto, el uso de tales masas de agua grandes para propósitos recreativos puede plantear amenazas para la salud de la gente y puede afectar adversamente a las comunidades y regiones circundantes.

20 La polución del agua puede referirse al cambio en las características químicas, físicas y biológicas de una masa de agua debido a la actividad humana. Según la población mundial ha crecido exponencialmente a lo largo de los años, ello demanda más espacio vital y recreativo, usando por lo tanto masas de agua naturales o artificiales con diferentes propósitos. La población creciente está ocupando la periferia de grandes ciudades, incrementando la demanda de tierra y las utilidades relacionadas. Además, el número de industrias se ha multiplicado, lo que ha causado varias consecuencias ambientales que también afectan la calidad de tales masas de agua grandes.

25 Un contribuyente a la mala calidad del agua es la polución del agua. El agua puede contaminarse por eliminación de aguas residuales, contaminación industrial, superdesarrollo al borde de masas de agua, escorrentía de agricultura y urbanización, polución del aire, etc. Además, las temperaturas más altas pueden afectar adversamente las propiedades microbiológicas y físicas del agua y pueden permitir una proliferación rápida de microorganismos que puede afectar negativamente la salud humana. Estos ejemplos pueden causar que la calidad del agua caiga por debajo de los estándares requeridos para agua recreativa.

30 Los efectos de la polución del agua incluyen el impacto sobre la salud de los organismos vivos dentro de las masas de agua y eventualmente sobre la salud de seres humanos que pueden usar tal agua para propósitos directos o indirectos.

35 Además, la cantidad de nutrientes que penetran en grandes masas de agua se ha intensificado grandemente a lo largo de los años, debido principalmente a la urbanización y agricultura incrementadas, conduciendo a un crecimiento microbiológico incrementado o a la eutrofización de la masa de agua. En condiciones eutróficas, la cantidad de nutrientes causa que se incremente la tasa metabólica de plantas acuáticas, incrementando así la demanda bioquímica de oxígeno y reduciendo los niveles de oxígeno disuelto del agua. Además, la temperatura también afecta al nivel de oxígeno disuelto del agua, ya que el agua cálida tiene una capacidad reducida de retener oxígeno disuelto. Por lo tanto, combinar ambos efectos de reducción de oxígeno, tales como cantidad mayor de nutrientes y temperaturas altas, da como resultado un debilitamiento de los organismos ya que llegan a ser más susceptibles a enfermedades, parásitos y otras sustancias contaminantes. La totalidad de tales problemas produce una influencia negativa en la calidad del agua, causando la proliferación de algas y otros microorganismos que más tarde mueren causando un ambiente recreativo insatisfactorio para la gente. Además, el calentamiento global tenderá a incrementar esta clase de problema en todo el mundo.

40 Se han llevado a cabo muchos estudios y análisis en masas de agua grandes usadas para propósitos recreativos. Se usan grandes masas de agua para una amplia variedad de propósitos recreativos que incluyen baño, esquí acuático, práctica del windsurf, navegación recreativa y muchas otras actividades. Sin embargo, varias masas de agua usadas para tales propósitos recreativos no cumplen con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua. Por ejemplo, se llevó a cabo un estudio de la EPA en más de 1000 lagos a lo largo de los EE.UU. para analizar los riesgos potenciales de usar tales lagos para propósitos recreativos de contacto directo y se encontró que más del 30 % de todos los lagos tienen potencialmente impactos de intervalo amplio sobre la salud humana y más del 41 % de los lagos plantea un potencial de exposición alto o moderado a toxinas de algas. Además, se ha encontrado que los recuentos microbianos y las concentraciones de toxinas son mayores en residuos cerca de las costas que en áreas de aguas abiertas.

Muchos países de todo el mundo tienen regulaciones para usar masas de agua para propósitos recreativos de contacto directo, tales como baño, en condiciones seguras e higiénicas y hay generalmente dos tipos de regulaciones en cuanto al uso recreativo de tales masas de agua. El primer tipo de regulación se refiere a piscinas y requiera esencialmente mantener un tampón de cloro permanente alto con el fin de mantener niveles de microorganismos bajos y también de evitar la contaminación del agua cuando nuevos bañistas entren en la piscina. El tampón de cloro neutraliza contaminantes y mata microorganismos llevados al agua de la piscina por los bañistas, entre otras muchas sustancias contaminantes, manteniendo así una calidad del agua alta adecuada para propósitos recreativos. El segundo tipo de regulación se aplica a masas de agua grandes naturales o artificiales, tales como lagos, el mar, lagunas, depósitos, o presas, entre otras masas de agua grandes y se hará referencias a los criterios para el baño con contacto corporal total para aguas recreativas. Esta regulación está basada en la capacidad disolvente del agua. Cuando el agua tiene niveles de microorganismos aceptables y nuevos bañistas entran en una masa de agua, los contaminantes se diluyen de tal manera que los contaminantes no alcanzan una concentración en la masa de agua que cause efectos significativos. Por lo tanto, en masas de agua grandes, un tampón desinfectante no se necesita debido a la capacidad disolvente alta del volumen de agua grande y debido a su capacidad natural para mantener las condiciones sanitarias.

Las normativas en relación de aguas recreativas de contacto directo, como la aplicada a lagos, el mar, lagunas o embalses; requieren que la calidad del agua cumpla con varios estándares que permiten el uso de tales masas. Con el fin de evaluar la idoneidad de las masas de agua grandes para propósitos recreativos de contacto directo, los estándares más importantes son los parámetros microbiológicos del agua. Por ejemplo, los criterios de la EPA (Agencia de Protección Ambiental) para baño con contacto corporal completo en aguas recreativas indican que en cuanto al agua dulce, *E. coli* no debe exceder 126 UFC por 100 ml de agua y que los enterococos no deben exceder 33 UFC por 100 ml de agua. Para el agua de mar, la EPA decreta que los enterococos no deben exceder 35 UFC por 100 ml de agua. Como otro ejemplo, en Chile, la Norma NCh1333 para aguas recreativas de contacto directo establece que el agua no debe contener más de 1000 UFC de coliformes fecales por 100 ml de agua (incluyendo *E. coli*, entre otras). Por lo tanto, se aplican normas estrictas cuando tales masas de agua grandes se usan para propósitos recreativos de contacto directo.

Es por lo tanto un reto significativo obtener tales condiciones microbiológicas específicas significativas en masas de agua grandes que son actualmente inadecuadas para propósitos recreativos, ya que la aplicación de grandes cantidades de agentes químicos y desinfectantes a la largo de la masa de agua grande completa para cumplir con las condiciones sanitarias microbiológicas específicas es técnica, económica y ambientalmente inviable. Así, el tratamiento de la masa de agua completa para cumplir con las condiciones sanitarias microbiológicas aplicadas a la masa de agua es imposible en la mayoría de los casos.

Además, aunque las masas de agua pueden cumplir con las regulaciones microbiológicas para las aguas recreativas de contacto directo, o las regulaciones más restrictivas aplicadas a la masa de agua, hay organismos patógenos tales como protozoos y específicamente amebas, entre otros, que pueden estar presentes en tales masas de agua especialmente en aguas de baja salinidad o aguas a temperatura alta. Por lo tanto, no hay garantías que mantengan regulaciones bacteriológicas para aguas recreativas de contacto directo, que permitan condiciones de baño seguras permanentemente.

Actualmente, las tecnologías de tratamiento de agua aplicadas a piscinas requieren la adición de agentes químicos para mantener un tampón de cloro permanente de al menos 1,5 ppm o para mantener un ORP permanente de al menos 750 mV. Actualmente, no se conocen procedimientos prácticos para tratar masas de agua grandes contaminadas por microorganismos, tales como lagos, el mar, lagunas, depósitos, o presas debido a que los procedimientos actuales son técnica, económica y ambientalmente inviables para masas de agua grandes. El ORP ha llegado a ser de forma creciente un primer enfoque para estandarizar parámetros de desinfección de aguas. El metabolismo de los microorganismos y consecuentemente su capacidad para sobrevivir y propagarse están influenciados por el ORP (Potencial de Oxidación-Reducción) del medio en el que viven. Desde un punto de vista bacteriológico, un compuesto oxidante retira y acepta los electrones de la membrana celular (reacción de oxidación-reducción), causando que la célula llegue a ser inestable y conduciendo a una muerte rápida.

El Potencial de Oxidación-Reducción (ORP), es decir, la tendencia de un compuesto químico a adquirir electrones a partir de otras especies, puede controlarse por la adición de diferentes desinfectantes que permiten el tratamiento del agua y la matanza de microorganismos peligrosos que pueden crear un ambiente inseguro para propósitos recreativos. Además, la temperatura del agua tiene un papel importante en sus características bacteriológicas y la proliferación de microorganismos, donde la proliferación de microorganismos tiende a incrementarse a temperaturas más altas. Además, la salinidad del agua también tiene un papel importante en sus propiedades bacteriológicas, ya que algunos microorganismos requieren niveles de salinidad específicos con el fin de ser capaces de proliferar y no soportan medios con diferentes salinidades. Por ejemplo, algunos protozoos patógenos solo crecen al agua con salinidades por debajo del 2 % en peso, por lo tanto para salinidades más altas tales microorganismos no crecen ni proliferan.

Las tecnologías de tratamiento de agua de piscinas requieren la adición de grandes cantidades de agentes químicos, con el fin de mantener los parámetros de desinfección adecuados. Para masas de agua grandes, la aplicación de tecnologías desinfectantes de piscinas actuales es inviable técnica y económicamente, debido a la gran cantidad de

productos químicos que se necesitarían y que causarían daño ambiental importante.

5 Actualmente, no existen procedimientos prácticos conocidos para desinfectar masas de agua grandes y para tratar masas de agua grandes, tales como lagos, el mar, lagunas, depósitos, o presas. Si las tecnologías de desinfección tradicionales se utilizan, un tratamiento y desinfección apropiados pueden ser técnica, económica y ambientalmente inviables. Por lo tanto, se desea proporcionar un procedimiento para tratar masas de agua grandes y preferentemente porciones definidas de las mismas con el fin de proporcionar una zona que cumpla con condiciones sanitarias microbiológicas específicas y usarla para propósitos recreativos de una forma segura.

10 Por lo tanto, existe un problema no resuelto con respecto a los usos recreativos en masas de agua grandes naturales o artificiales tales como lagos, lagunas, el mar, o presas, con mala calidad del agua. Las características microbiológicas de tales masas de agua grandes deben cumplir con regulaciones de agua de contacto directo o con regulaciones más restrictivas que se aplican a la masa de agua en particular, con el fin de permitir la práctica segura de propósitos recreativos dentro de las masas acuosas y también de evitar cualesquiera amenazas para la salud de la comunidad o de terrenos cercanos, que actualmente no se dan en muchas de las masas de agua grandes a lo largo del mundo.

15 **Estado de la técnica**

La patente de EE.UU. N°: 6231268 divulga un procedimiento y aparato para el tratamiento de masas de agua grandes por circulación dirigida, donde el dispositivo y procedimiento a partir del documento US6231268 se refieren a mantener la circulación de agua en masas de agua grandes para evitar la carencia de oxígeno, las áreas estancadas, la congelación y otras condiciones no uniformes. El documento US6231268 no menciona ni divulga un procedimiento para tratar una porción de agua en una masa de agua grande con el fin de cumplir las condiciones sanitarias microbacteriológicas, sino que solo divulga un procedimiento para mantener la circulación dentro de la masa de agua grande. El procedimiento del documento US6231268 no aplica productos químicos a través de los medios difusores con el fin de crear una zona de conformidad con las normas sanitarias, sino que mantiene una circulación en la masa de agua, que dispersaría los productos químicos a lo largo de la masa de agua, no permitiendo la creación de una zona de conformidad con las normas sanitarias.

La patente de EE.UU. N°: 6317901 divulga una piscina de agua dulce o salada, en la que la piscina se crea sobre una masa de agua natural o artificial que permite usar el agua de dicha masa para evitar la contaminación debida al suelo o a otros sedimentos contenidos en la masa de agua grande por medio de barreras físicas que permiten el paso a su través de agua y de ningún contaminante, lo que requiere la instalación de medios de contención física dentro de la masa de agua grande.

La patente CN 102092824 divulga un sistema de circulación de agua para estanques, lagos, tanques municipales y otras masas de agua, donde el sistema de circulación de agua permite crear un flujo desde el agua del fondo hasta el agua de la superficie, permitiendo la eutrofización de la masa de agua. La Patente CN102092824 no menciona ni divulga un procedimiento para controlar las propiedades microbiológicas de una porción de agua dentro de las masas de agua grandes, con el fin de crear zonas de conformidad con las normas sanitarias que permiten propósitos recreativos.

El documento US2012/091069 divulga un procedimiento y sistema para proporcionar agua de refrigeración microbiológica alta a un procedimiento de refrigeración industrial, en el que el agua de refrigeración se extraer del recipiente con el fin de enfriar un procedimiento industrial y se descarga de nuevo en el recipiente a una temperatura más alta, de modo que se completa el ciclo de refrigeración sostenible cerrado y en el que el agua se almacena en un recipiente con un fondo que se puede limpiar por medios de succión móviles, el agua se tratar según su temperatura, se acciona un dispositivo de succión móvil para succionar el flujo de agua inferior, que después se filtra y devuelve a la masa de agua, y en el que existe una diferencia de temperaturas entre el agua que entra y que sale del procedimiento industrial.

45 El documento US2007/181510 divulga un procedimiento para tratar agua en masas de agua usando una composición de dos compuestos de peroxígeno sólidos con el fin de proporcionar una composición algacida para reducir el crecimiento de algas.

El documento US2012/024796 divulga un procedimiento y sistema para tratar y mantener masas de agua afectadas por bacterias y microalgas a costes bajos mediante filtración de una fracción pequeña de la masa total de agua y en el que las masas de agua tienen baja densidad para usos recreativos. El procedimiento del documento US2012/024796 requiere recolectar agua en un recipiente, limitar la densidad de los bañistas, tratar el agua según la temperatura de la masa de agua y succionar una porción de dicha agua con un medio de succión móvil, en el que dicha agua se filtra y devuelve a la masa de agua.

55 El documento US2011/210076 divulga un procedimiento para implementar y mantener masas de agua más grandes de 15.000 m3 para uso recreativo con propiedades deseables de color, transparencia y limpieza que requiere proporciona una estructura para contener la masa de agua, alimentar dicha estructura con agua que tenga requisitos específicos, añadir un agente oxidante y floculante a la masa de agua, limpiar el fondo de la estructura y generar un desplazamiento del agua superficial para retirar el agua superficial a través de separadores.

El documento DE102010019510 divulga un procedimiento y disposición semimóvil para introducir, preferentemente, aditivos químicos en forma de agentes de acondicionamiento en masas de agua, en particular en lagos de vertido abierto que tienen aguas ácidas. El objetivo es desarrollar un procedimiento y un dispositivo con la ayuda del cual se va a producir un agente de acondicionamiento en la limpieza de lagos de vertido abierto ácidos y la profundidad de la eficacia en la introducción del agente de acondicionamiento se mejora para el uso de una unidad semimóvil flotante. Dicho objetivo se consigue produciendo una mezcla lista para usar de agua de lago de vertido abierto con guía positiva que se va a tratar y el agente de acondicionamiento revolviendo intensamente el agua del lago y el agente de acondicionamiento por debajo de la línea del agua en el lago. En una parte funcional a presión elevada se produce mezclado intenso hasta la homogeneización completa. El agente de acondicionamiento homogéneo se añade al agua del lago en la línea del agua a presión y revolviendo y con guía positiva.

Sumario

Sorprendentemente, la presente divulgación controla las propiedades microbiológicas en masas de agua grandes tratando una porción de la masa acuosa grande, donde la porción de la masa acuosa grande cumple con condiciones sanitarias microbiológicas específicas sin tener que tratar la masa de agua completa, proporcionando así una zona de conformidad con las normas sanitarias, que se localiza con el fin de cubrir el área que se usa para propósitos recreativos, permitiendo a la calidad del agua cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas.

El procedimiento permite tratar una pequeña parte del volumen de agua total. Por lo tanto, el procedimiento requiere solo una pequeña cantidad de productos químicos así como consumo bajo de energía debido al uso de medios dispensadores que permiten crear zonas de conformidad con las normas sanitarias seguras sin necesidad de tratar la masa de agua entera. Así, la presente divulgación puede permitir a la gente usar ciertas zonas en masas de agua grandes para propósitos recreativos de una manera segura, superando la limitación o imposibilidad de tratar la masa de agua entera, pero tratando solo la zona que se usará para tales propósitos y permitiendo también usar incontables lagos, costas, lagunas y muchas masas de agua que hoy son inusables debido a problemas de seguridad o sanitarios, generando oportunidades recreativas y turísticas sin precedentes que pueden cambiar el estilo de vida de la gente alrededor del mundo.

El procedimiento se puede llevar a cabo en masas de agua grandes naturales o artificiales, tales como lagos, el mar, estuarios, depósitos, presas y lagunas. Además, el agua contenida en tales masas de agua grandes puede ser agua dulce, agua salobre, agua salada, o agua de mar.

De acuerdo con ello, en algunas realizaciones, la presente divulgación se refiere a un procedimiento para controlar las propiedades microbiológicas de agua identificando una porción del agua. El procedimiento incluye adicionalmente mantener al menos un ORP mínimo en el agua durante al menos un periodo de tiempo mínimo dependiendo de la salinidad y de la temperatura del agua y dispensar agentes químicos con el fin de mantener al menos un ORP mínimo al menos durante un periodo de tiempo mínimo. La dispensación de los agentes químicos puede llevarse a cabo preferentemente a través de medios dispensadores que permiten crear zonas que cumplen con condiciones sanitarias micro-bacteriológicas. La dispensación de agentes químicos puede basarse adicionalmente en la difusión de los productos químicos en el agua y en la capacidad de dilución en el agua.

El procedimiento de la presente divulgación incluye:

- a. identificar una porción de agua deseada para propósitos recreativos en la masa de agua grande y definir los medios dispensadores;
- b. mantener al menos un nivel de ORP mínimo en tal porción de agua durante un periodo de tiempo mínimo mediante dispensación de una cantidad eficaz de agente químico, en el que el ORP mínimo y el periodo de tiempo mínimo no pueden ser más bajos que los valores calculados:
 - i. determinando la zona más desfavorable dentro de la porción de agua, en la que la zona más desfavorable presenta el valor de ORP más bajo dentro de la porción de agua destinada a propósitos recreativos después de dispensar el agente químico;
 - ii. determinando la salinidad del agua en la zona más desfavorable;
 - iii. determinando el valor de ORP mínimo en base a la salinidad del agua en el que:
 - para salinidades en el agua entre el 0 % y hasta el 1,5 % el nivel de ORP mínimo es 550 mV;
 - para salinidades en el agua más altas del 1,5 % y hasta el 2,5 %, el nivel de ORP mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

[ORP mínimo, mV] = 625 - 50 * [Salinidad del Agua, % (Porcentaje en Peso)];

y

-para salinidades en el agua más altas del 2,5 %, el nivel de ORP mínimo es 500 mV; y

iv. determinando la temperatura del agua en la zona más desfavorable; y

v. determinando el periodo de tiempo mínimo basado en la temperatura del agua, en la que:

-para temperaturas del agua desde 5 °C hasta 35 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$5 \quad [\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [\text{Temperatura del agua, } ^\circ\text{C}];$$

y

-para temperaturas del agua entre 35 °C y hasta 45 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$10 \quad [\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 5 * [\text{Temperatura del agua, } ^\circ\text{C}] - 165;$$

y

c. repetir la etapa b con el fin de evitar que disminuya el ORP en la zona más desfavorable en más del 20 % del valor del ORP mínimo.

Breve descripción de las figuras

15 Los dibujos adjuntos que se incorporan en el presente documento y constituyen una parte de esta divulgación, ilustran diversas realizaciones de la presente invención. En los dibujos:

La figura 1 muestra una vista superior de una sección pequeña de la masa de agua grande (2) y la zona de conformidad con las normas sanitarias (1).

La figura 2 muestra una vista superior de una sección incluso más pequeña de la masa de agua grande y en particular, la zona de conformidad con las normas sanitarias (1), los medios dispensadores (3) y la zona delimitadora (4).

20 La figura 3 muestra un gráfico que representa la variación del valor de ORP mínimo del agua de acuerdo con la salinidad del agua, como un resultado de una realización del procedimiento de la presente invención.

La figura 4 muestra un gráfico que representa la variación del periodo de tiempo mínimo que se mantiene el valor de ORP mínimo de acuerdo con la temperatura del agua, como resultado de una realización del procedimiento de la presente invención.

25 De acuerdo con la práctica común, las diversas características descritas no están dibujadas a escala pero están dibujadas para enfatizar las características específicas. Las características de referencia designan características similares a lo largo de todas las figuras.

Descripción detallada

30 La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos. Aunque se pueden describir algunas realizaciones, son posibles modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones. Por ejemplo, se pueden hacer sustituciones, adiciones, o modificaciones a los elementos mostrados en los dibujos y los procedimientos descritos en el presente documento se pueden modificar sustituyendo, reordenando o añadiendo etapas a los procedimientos descritos. De acuerdo con ello, la siguiente descripción detallada no limita el alcance de la divulgación. Aunque los sistemas y procedimientos se describen en términos de "comprendiendo" diversos aparatos o etapas, los sistemas y procedimientos pueden también "consistir esencialmente en" o "consistir en" los diversos aparatos o etapas, a menos que se establezca lo contrario.

Definiciones

A la luz de la presente divulgación, los diversos términos o frases se entenderían con los significados descritos a continuación:

40 Como se usan en el presente documento, los tipos de agua generales y su respectiva concentración de Sólidos Totales Disueltos (TDS) (en mg/l) son: Dulce, con $TDS \leq 1.500$; Salobre, con $1.500 \leq TDS \leq 10.000$; Salada, con $10.000 \leq TDS \leq 30.000$; y Agua marina, con $TDS > 30.000$. Los TDS se pueden medir por ejemplo usando un medidor de la conductividad o aplicando procedimientos gravimétricos evaporando el disolvente y pesando la masa de los residuos que quedan.

45 Como se usa en el presente documento, "zona de conformidad con las normas sanitarias" se refiere a la porción de agua, dentro de la masa de agua grande, que se establece para procedimientos recreativos y que se requiere para cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas, cuando se usa para propósitos recreativos o cuando se necesita. Debe notarse que la zona de conformidad con las normas sanitarias puede no ser permanentemente la misma zona física, pero puede cambiar de acuerdo con los requerimientos de la gente para propósitos recreativos.

5 Como se usa en el presente documento, "condiciones sanitarias microbiológicas específicas" se refiere a las propiedades/condiciones microbiológicas que necesitan lograrse en la zona de conformidad con las normas sanitarias con el fin de permitir los propósitos recreativos. Tales condiciones se pueden determinar por regulaciones federales, estatales, locales específicas para reducir ciertos organismos específicos, o condiciones específicas predeterminadas diferentes.

Como se usa en el presente documento, "nivel de ORP mínimo" se refiere al ORP mínimo que puede permitirse en la zona más desfavorable, con el fin de controlar apropiadamente las propiedades microbiológicas en tal zona.

10 Como se usa en el presente documento, "periodo de tiempo mínimo" se refiere a la cantidad mínima de tiempo que debe mantenerse el nivel de ORP mínimo del agua en la zona más desfavorable, con el fin de permitir las condiciones sanitarias requeridas.

Como se usa en el presente documento, la "zona delimitadora" corresponde a una zona virtual que delimita la zona de conformidad con las normas sanitarias y no requiere una barrera física.

15 Como se usa en el presente documento, la "zona más desfavorable" corresponde a la zona que muestra los valores de ORP más bajos dentro de la porción identificada de agua, especialmente después de aplicar una cantidad determinada de agentes químicos. La zona más desfavorable se encuentra a menudo, pero no necesariamente siempre, en la zona delimitadora de la porción identificada de agua y en la zona más lejana del dispensador de productos químicos.

20 Como se usan en el presente documento, los "medios dispensadores" se refieren a cualesquiera medios para aplicar uno o más agentes químicos al agua y pueden seleccionarse del grupo que consiste en un inyector, difusor, irrigador, dispensador por peso, una tubería, aplicación manual y combinaciones de los mismos, tuberías; válvulas; y elementos de conexión que permiten la aplicación apropiada de productos químicos en la porción establecida de agua a tratarse.

25 Como se usan en el presente documento, los "agentes químicos" que se aplican a la masa de agua se refieren a cualquier agente químico que proporcione el nivel de ORP deseado en el agua. La "cantidad específica de agentes químicos" corresponde a la cantidad mínima de productos químicos que puede aplicarse al agua con el fin de mantener al menos el nivel de ORP mínimo durante al menos el periodo de tiempo mínimo en la zona más desfavorable.

Procedimientos de la presente divulgación

30 La presente divulgación permite controlar las propiedades microbiológicas en masas de agua grandes tratando una porción de la masa de agua grande, de tal forma que dicha porción de la masa de agua grande cumpla con condiciones sanitarias microbiológicas específicas cuando se requiera, superando así la limitación o imposibilidad de tratar la masa de agua completa. Se crean zonas de conformidad con las zonas sanitarias, que están localizadas estratégicamente con el fin de cubrir ampliamente el área que se está usando para los propósitos recreativos.

35 El procedimiento divulgado requiere una cantidad menor de productos químicos y consumo de energía reducido debido a que no requiere tratar la masa de agua completa con este procedimiento específico (la masa de agua puede someterse a otros tratamientos diferentes del procedimiento divulgado). Así, la presente divulgación permite a la gente usar ciertas zonas en masas de agua grandes para propósitos recreativos de una manera segura y supera la limitación económica, técnica y ambiental o la imposibilidad de tratar la masa de agua completa y también permite usar incontables lagos, costas, lagunas y muchas masas de agua que hoy son inusables debido a problemas de seguridad o sanitarios, generando oportunidades recreativas y turísticas sin precedentes que pueden cambiar el estilo de vida de la gente alrededor del mundo.

40 Los procedimientos divulgados se pueden llevar a cabo en masas de agua grandes naturales o artificiales, tales como lagos, el mar, estuarios, depósitos, presas y lagunas. Los procedimientos divulgados se pueden usar con diferentes tipos de agua que incluyen agua dulce, salobre, salada y de mar. En una realización, el procedimiento para controlar las propiedades microbiológicas de una porción de agua en masas de agua grandes incluye:

45 a. identificar una porción de agua deseada para propósitos recreativos en la masa de agua grande y definir los medios dispensadores;

b. mantener al menos un nivel de ORP mínimo en tal porción de agua durante un periodo de tiempo mínimo mediante la dispensación de una cantidad eficaz de agente químico, en el que el ORP mínimo y el periodo de tiempo mínimo no pueden ser más bajos que los valores calculados:

50 i. determinando la zona más desfavorable dentro de la porción de agua, en la que la zona más desfavorable presente el valor de ORP más bajo dentro de la porción de agua destinada para propósitos recreativos después de dispensar el agente químico;

ii. determinando la salinidad del agua en la zona más desfavorable;

iii. determinando el valor de ORP mínimo en base a la salinidad del agua en la que:

-para salinidades en el agua entre el 0 % y hasta el 1,5 % el nivel de ORP mínimo es 550 mV;

-para salinidades en el agua más altas del 1,5 % y hasta el 2,5 %, el nivel de ORP mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{ORP mínimo, mV}] = 625 - 50 * [\text{Salinidad del Agua, \% (Porcentaje en Peso)}]; \text{ y}$$

5 -para salinidades en el agua más altas del 2,5 %, el nivel de ORP mínimo es 500 mV; y

iv. determinando la temperatura del agua en la zona más desfavorable; y

v. determinando el periodo de tiempo mínimo basado en la temperatura del agua, donde

-para temperaturas del agua desde 5 °C hasta 35 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$10 \quad [\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [\text{Temperatura del agua, } ^\circ\text{C}];$$

y

-para temperaturas del agua entre 35 °C y hasta 45 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 5 * [\text{Temperatura del agua, } ^\circ\text{C}] - 165;$$

15 c. repetir la etapa b con el fin de evitar que disminuya el ORP en la zona más desfavorable en más del 20 % del valor del ORP mínimo.

La localización de la zona más desfavorable, la salinidad del agua y la temperatura del agua pueden variar independientemente unas de otras como resultado de condiciones externas. Así, el procedimiento de la divulgación puede comprender opcionalmente una etapa adicional d., en la que las etapas b. y c. se llevan a cabo una vez más o repetidamente.

Para determinar la zona que debe cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua, se puede hacer un análisis estratégico con el fin de proporcionar una zona accesible que pueda proporcionar propósitos recreativos seguros.

La dispensación del agente químico, preferentemente a través de procedimientos dispensadores, está controlada por un procedimiento de determinación de parámetros que combina los efectos del ORP del agua, su salinidad y su temperatura. Opcionalmente, la difusión de productos químicos y la capacidad de dilución del agua pueden tomarse en consideración adicionalmente en el procedimiento de determinación de parámetros. Debido al efecto combinado de las propiedades de desinfección del agua (ORP), la resistencia de ciertos microorganismos dependiendo de la salinidad del agua, la temperatura y opcionalmente la capacidad de dilución del agua, la presente divulgación permite usar muchos menos agentes químicos de los que se requieren por piscinas con el fin de cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua, lo que fue un resultado de investigación exhaustiva. En el estado de la técnica, hay actualmente dos maneras para mantener una calidad del agua de conformidad con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua, que se refieren a la adición de cantidades grandes de agentes de desinfección, o mejor se basan en la capacidad de dilución del agua. La presente divulgación combina ambos efectos con el fin de elaborar la mayoría de sus sinergias y así proporcionar un procedimiento efectivo y sostenible para zonas que cumplen con condiciones sanitarias microbiológicas específicas.

Identificar la porción de agua a tratar

La localización de la parte de agua que se va a tratar, que se designará después del procedimiento de la invención como la zona de conformidad con las normas sanitarias, se puede determinar identificando estratégicamente la parte del agua que se use más probablemente para propósitos recreativos. Esta localización se puede determinar examinando dónde es probable que los usuarios entren en el agua, la profundidad del agua, el propósito del agua (por ejemplo, baño, natación, esquí, navegación, pesca, etc.), la temperatura del agua y similares. Por ejemplo, si una masa de agua está localizada contigua a un hotel, la zona de conformidad con las normas sanitarias será probablemente la porción de agua contigua al hotel donde es más probable que los usuarios entren en el agua. Esto se muestra en las **figuras 1 y 2**, que muestran la zona de conformidad con las normas sanitarias **1** localizada en un borde de la masa de agua grande **2**. En otros casos, la zona de conformidad con las normas sanitarias puede estar en el centro de una masa de agua y circundada por la masa de agua grande. En algunos casos, la zona de conformidad con las normas sanitarias puede corresponder a un área recreativa que está visualmente acordonada o separada de otra manera del resto del agua (por ejemplo, vallada, dividida con un muro).

50 Haciendo referencia a las **figuras 1 y 2**, la zona **1** cumple con condiciones sanitarias predeterminadas. Como se analiza, las condiciones sanitarias se pueden determinar por regulaciones locales, estatales o federales o por condiciones específicas predeterminadas diferentes. Ejemplos de normativas para el agua de recreo establecen que

E. coli no debe exceder de 126 UFC, por 100 ml de agua y que los enterococos no deben exceder de 33 UFC por 100 ml de agua. Para el agua de mar, las regulaciones de la EPA establecen que los enterococos no deben exceder de 35 UFC por 100 ml de agua. En Chile, la Norma NCh1333 para aguas recreativas de contacto directo establece que el agua no debe contener más de 1000 UFC de coliformes fecales por 100 ml de agua (incluyendo *E. coli*, entre otras).
 5 Alternativamente, las condiciones sanitarias o las propiedades microbianas se pueden determinar haciendo referencia a la concentración de ciertos microorganismos. En cualquier caso, la zona 1 de conformidad con las normas sanitarias cumple las condiciones sanitarias, mientras que el resto del volumen de agua 2 puede no cumplir con condiciones sanitarias específicas aplicadas a la zona de conformidad con las normas sanitarias.

Adicionalmente, la zona de conformidad con las normas sanitarias puede incluir uno o más dispensadores 3 para dispensar agentes químicos donde el resto de la masa de agua 2 puede no incluir los dispensadores 3.
 10

La zona de conformidad con las normas sanitarias está virtualmente unida por la zona delimitadora 4. La zona delimitadora 4 es una barrera virtual que comprende pero no requiere una barrera física.

La presente divulgación no requiere agua circulante a lo largo de las diversas zonas -zona de conformidad con las normas sanitarias, zona delimitante y zona más desfavorable. De hecho, en algunas realizaciones, el agua específicamente no se hace circular. Para las masas de agua grandes descritas en el presente documento, puede ser económica, técnica y ambientalmente inviable hacer circular el agua en la masa de agua grande. La presente divulgación trata el agua en la porción identificada de agua con agentes químicos para permitir a tal zona cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas para tal área. Aunque puede ocurrir de forma natural dispersión de los agentes químicos desde la zona de conformidad con las normas sanitarias a otras zonas dentro de la masa de agua, ello no se requiere por la presente divulgación. Por lo tanto, en algunas realizaciones, mantener la circulación de agua a lo largo de la masa de agua completa sería contraproducente con los procedimientos divulgados.
 15
 20

Después de que se ha identificado o establecido la porción en la masa de agua grande para usarse para propósitos recreativos, los medios dispensadores, que están controlados por un procedimiento de determinación de parámetros en base al ORP del agua, su salinidad, su temperatura y opcionalmente la difusión de productos químicos así como la capacidad de dilución del agua, se pueden definir.
 25

Los medios dispensadores 3 se pueden seleccionar a partir de uno o más de uno difusores, inyectoros, irrigadores, dispensadores por peso, tubería, aplicación manual, o combinaciones de los mismos. Los medios dispensadores están adaptados para descargar una cantidad efectiva de productos químicos dentro de la masa de agua; y además pueden comprender el equipo requerido para permitir su operación apropiada, tal como tuberías, válvulas y elementos de conexión.
 30

Con el fin de crear las zonas que cumplen con las condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua, se deben aplicar concentraciones de productos químicos de acuerdo con un procedimiento de determinación de parámetros basados en el ORP, la salinidad, la temperatura y opcionalmente la difusión de productos químicos y la capacidad de dilución del agua también. Los productos químicos se aplican preferentemente por procedimientos dispensadores 3 que se definen con el fin de encargarse del volumen de agua usado para propósitos recreativos.
 35

Debe notarse que la presente divulgación no requiere una barrera física con el fin de contener la porción de agua que se va a tratar, sino que en su lugar las concentraciones de productos químicos se aplican a la porción de agua con el fin de cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a tal área de la masa de agua.

Los medios dispensadores están controlados por un procedimientos de determinación de parámetros basado en el ORP del agua, su salinidad, su temperatura, así como opcionalmente la difusión de productos químicos y la capacidad de dilución del agua. Los medios dispensadores aplican productos químicos en el agua con el fin de permitir las condiciones de difusión apropiadas en la masa de agua y de cumplir con las condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua. Los medios dispensadores pueden configurarse estratégicamente y posicionarse en relación a y/o con la porción de agua deseada para propósitos recreativos con el fin de proporcionar las concentraciones químicas requeridas en la zona de conformidad con las normas sanitarias.
 40
 45

Número y localización de dispensadores

En una realización, los dispensadores están localizados o se usan con el fin de encargarse del volumen de agua en la zona de conformidad con las normas sanitarias. El número y la localización de los dispensadores para dispensar los agentes químicos se puede determinar por las condiciones específicas de cada porción de agua que se trate. La cantidad total de dispensadores se puede calcular de acuerdo con el flujo químico que se aplicará a la masa de agua y tal flujo químico puede dividirse en una serie de dispensadores con el fin de permitir su aplicación homogénea a lo largo de la porción de agua que se va a tratar.
 50

Por ejemplo, para tratar la misma porción de la masa de agua, hay una cantidad efectiva de productos químicos a añadirse. La cantidad efectiva puede añadirse preferentemente por varios dispensadores de flujo pequeño, o por muy pocos dispensadores de flujo grande, dependiendo de varias variables tales como por ejemplo viento, corrientes de agua y muchas otras variables que pueden influir en la homogeneidad de la aplicación química en la masa acuosa.
 55

Los dispensadores pueden localizarse generalmente en el perímetro de la porción de agua que se tratará, con el fin de encargarse totalmente de tal porción, pero pueden tener también otras configuraciones con respecto a los requerimientos específicos de la porción de agua con el fin de mantener la homogeneidad de la aplicación química y de permitir la difusión química a lo largo de la porción de agua.

5 *Tipos de dispensadores*

Los tipos de dispensadores que se pueden usar en el procedimiento divulgado pueden ser variables de acuerdo con los requerimientos para aplicación química y pueden comprender diluyentes, inyector, dispensadores por peso, aplicación manual, colectores, tubería, irrigadores, boquillas, o combinaciones de los mismos. Los dispensadores usados en el procedimiento excluido son preferentemente boquillas y más preferentemente inyector.

10 Descargar una cantidad efectiva de agentes químicos

Los agentes químicos se usan para crear la zona de conformidad con las normas sanitarias reduciendo el número de microorganismos en la zona de conformidad con las normas sanitarias hasta por debajo de una determinada cantidad. La concentración de los agentes químicos en la zona de conformidad con las normas sanitarias puede controlarse por la cantidad de agente químico dispensada así como por el número total de dispensadores. Por ejemplo, puede ser deseable dispensar menos agente químico a partir de un dispensador individual, pero incrementar el número de dispensadores en la zona de conformidad con las normas sanitarias. Un ejemplo del uso de múltiples dispensadores se muestra en la **figura 2** donde una pluralidad de dispensadores **3** está localizada alrededor de la periferia de la zona de conformidad con las normas sanitarias. El número y la localización de los dispensadores para dispensar los agentes químicos se determinan con el fin de abarcar el volumen de agua en la zona de conformidad con las normas sanitarias, en una realización.

El dispensador **3** puede ser un difusor, inyector, irrigador, dispensador por peso, una tubería, aplicación manual, o combinaciones de los mismos. El dispensador descarga una cantidad efectiva de agente químico en la masa de agua. El dispensador también incluye cualquier equipo requerido para permitir operar al dispensador, tal como tuberías, válvulas y elementos de conexión.

25 Los agentes químicos de ejemplo incluyen agentes antimicrobianos tales como ozono, cloro y compuestos de cloro, productos de biguanida, compuestos basados en halógenos, compuestos basados en bromo y combinaciones de los mismos.

La cantidad total de los productos químicos añadidos para lograr un cierto nivel de ORP en el agua depende de varias variables, tales como por ejemplo el pH, las condiciones meteorológicas, lluvia, niveles de uso, carga orgánica, salinidad, temperatura, alcalinidad, concentración desinfectante, y/o concentración de metales y contaminantes, entre otros muchos factores. El ORP es una medida de la tendencia para oxidar o reducir ciertas especies encontradas en la masa de agua y por lo tanto no representa la cantidad de los agentes químicos contenidos en el agua. Las medidas de ORP presentan la ventaja de medir no solo la concentración del desinfectante, sino también su actividad en agua y su efectividad en matar gérmenes y bacterias.

35 No hay ecuaciones conocidas que se refieran a la temperatura del agua, su salinidad y la capacidad de dilución para mantener un ORP mínimo en una cierta porción de agua durante un periodo mínimo de tiempo de acuerdo con la difusión de productos químicos en el agua, debido a la complejidad de las variables y a sus influencias mutuas y por lo tanto se llevó a cabo investigación exhaustiva. Se puede construir un modelo complejo con el fin de estimar las cantidades de productos químicos a aplicarse en la masa de agua. Dado que la porción de agua está contenida dentro de una masa de agua grande, cuando se aplican los productos químicos, difundirán a lo largo de la porción de agua creando un gradiente químico que será más alto cerca de los dispensadores y más bajo cerca de la zona más desfavorable.

45 Debe mencionarse que cuando comienza la aplicación de productos químicos, al principio no habrá ningún cambio significativo en el ORP del agua dado que los productos químicos estarán oxidando otros compuestos en el agua. Sin embargo, en algún punto la aplicación permitirá generar una concentración residual de productos químicos que ayudará a elevar el ORP hasta los niveles deseados y así proporcionar la capacidad de desinfección deseada. Por lo tanto, debe mencionarse que el consumo químico se divide en dos grupos:

50 -La cantidad de productos químicos aplicada que ayuda a oxidar diversos compuestos que no afecta al ORP significativamente. Tal consumo químico debe determinarse sobre el terrero y depende completamente de la calidad del agua del agua en bruto. Además, tal concentración podría determinarse por un modelo complejo basado en los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.

-La cantidad de productos químicos aplicados que genera una concentración residual en el agua y así incrementa el ORP en el agua. Tal concentración química puede estimarse sobre en terreno o de acuerdo con procedimientos diversos dependiendo de la cantidad del agua y de la condiciones fisicoquímicas o de los parámetros fisicoquímicos.

55 A pesar de lo siguiente y sin limitar la invención, los intervalos de aplicación de oxidantes varían para diferentes oxidantes de acuerdo con las propiedades del agua. Intervalos usualmente utilizados de algunos agentes oxidantes

son los siguientes:

Oxidante	Intervalo de Aplicación (concentración residual)
Cloro	0,01-5 ppm
Hipoclorito de sodio	0,01-2 ppm
Bromos	0,01-2,3 ppm
Ozono	0,01-0,75 ppm

El solicitante proporcionará algunas realizaciones para estimar la cantidad de productos químicos residuales en el agua:

- 5 a. Alguien podría estimar la cantidad mínima de oxidantes que deben aplicarse en el agua con el fin de obtener un cierto ORP en la porción entera de agua que se va a tratar, asumiendo que la porción de agua se comporta como una masa cerrada. Por ejemplo, la cantidad mínima de productos químicos se estimará con el fin de lograr un cierto ORP en el volumen total de la porción de agua. Por ejemplo, si la porción de agua tiene un volumen de 1.000 m³ y la porción de agua se considera como una masa de agua cerrada, se puede estimar que para lograr un ORP de 550 mV en el agua, debe mantenerse una concentración residual de 0,07 ppm de hipoclorito de sodio. Con el fin de obtener la concentración residual de 0,07 ppm, se añadió una concentración residual de 1,2 ppm de hipoclorito de sodio con el fin de cumplir con la demanda de cloro del agua y no generar concentración residual alguna. Posteriormente, se añadió una dosis de 0,07 ppm para obtener la concentración residual requerida y para obtener el nivel deseado de 550 mV. Por lo tanto, la cantidad de hipoclorito de sodio añadida al agua puede calcularse de acuerdo con su concentración en la masa acuosa como sigue:

Primera dosis:

$$1,2 \text{ ppm} = 1,2 \frac{\text{ppm de hipoclorito de sodio}}{\text{litro de agua}} \times 1.000 \text{ m}^3 \times 1.000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}$$

Hipoclorito de sodio total = 1.200 kg

20 Concentración residual:

$$0,07 \text{ ppm} = 0,07 \frac{\text{ppm de hipoclorito de sodio}}{\text{litro de agua}} \times 1.000 \text{ m}^3 \times 1.000 \frac{\text{litros}}{\text{m}^3}$$

Hipoclorito de sodio total = 70 kg

- 25 Por lo tanto, debe añadirse una cantidad total de 1.270 kg de hipoclorito de sodio para obtener una concentración residual homogénea de hipoclorito de sodio en el agua de 0,07 ppm y así obtener un ORP de 550 mV en tal zona. Dado que en realidad la porción de agua se encuentra en una masa de agua grande, la concentración no será homogénea y después la dosis calculada anteriormente se puede considerar como un mínimo para obtener tal ORP debido a la difusión de productos químicos producida por corrientes.

- 30 b. Se podría usar también el procedimiento de cloro libre, que permite calcular el ORP del agua en base al pH y la concentración de cloro libre en el agua. Cuando el pH se mantiene en un valor constante, hay una relación lineal entre ORP y cloro libre. Así la cantidad de productos químicos requerida para lograr una cierta cantidad de cloro libre se puede calcular sometida al nivel de ORP como sigue:

ORP	pH	Concentración de cloro residual
600 mV	7,0	0,06 ppm
	8,0	0,20 ppm

9,0 1,60 ppm

700 mV 7,0 0,30 ppm

8,0 1,00 ppm

9,0 2,70 ppm

c. La adición de productos químicos con monitorización periódica con el fin de detener la adición cuando se alcanza un cierto ORP es una opción adicional. Este procedimiento es un procedimiento de ensayo y error, que permite añadir productos químicos monitorizando periódicamente el ORP y cuando el ORP deseado se alcanza, la adición de productos químicos debe detenerse.

5 d. Otro procedimiento usado para determinar la cantidad de productos químicos consiste en tomar una muestra de agua pequeña y en llevar a cabo una prueba a pequeña escala para determinar la cantidad de productos químicos que debe aplicarse para lograr un cierto nivel de ORP. Este procedimiento se usa comúnmente y permite estimar la cantidad de productos químicos, aunque no toma en consideración la difusión u otras variables. Por lo tanto, los resultados a partir de este procedimiento se consideran como una cantidad mínima de productos químicos requeridos.

10 En algunas realizaciones, es deseable aplicar agentes químicos adicionales antes de que el nivel de ORP en la zona más desfavorable disminuya en aproximadamente el 0,1 %, 1 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 50 %, 75 %, o 100 %.

15 En ciertas realizaciones de la invención, donde hay un uso intensivo de la zona de conformidad con las normas sanitarias debido a grandes cantidades de gente, o si hay muchas corrientes que afecten las características de desinfección de la zona de conformidad con las normas sanitarias, o debido a seguridad u otras razones, el ORP puede mantenerse permanentemente en la zona de conformidad con las normas sanitarias durante ciertos periodos de tiempo.

20 Además, en ciertas realizaciones de la invención, el tratamiento con agua se utiliza solo cuando los bañistas están presentes en la zona de conformidad con las normas sanitarias y por lo tanto el tratamiento puede no operar todo el día ni permanentemente. Por ejemplo, el tratamiento de agua puede operar solo durante el día y puede detenerse durante la noche, cuando no hay bañistas en la zona de conformidad con las normas sanitarias. Por lo tanto, el procedimiento de tratamiento con agua se aplica cuando la conformidad con las normas sanitarias está efectivamente usada para propósitos recreativos.

25 En algunas realizaciones, puede ser deseable mejorar la calidad del agua en la zona de conformidad con las normas sanitarias suministrando agua dulce o agua de porción diferente en la masa de agua grande. Esto puede ser beneficioso, por ejemplo, para diluir el efecto de contaminantes de usuarios pero puede producir un efecto de difusión indeseado sobre los productos químicos.

La cantidad efectiva mínima de la composición de desinfectantes se puede calcular mediante las siguientes ecuaciones: (Boyce y Hamblin, 1975) (Boyce y Hamblin, 1975)

$$C_{\infty}(x, y) = \frac{Q_i \cdot C_i}{2 \cdot \pi \cdot Z \cdot D} \exp\left(\frac{Ux}{2 \cdot D}\right) K_0(\alpha \cdot r)$$

$$\alpha = \left[\frac{y}{D} + \left(\frac{U}{2 \cdot D} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$r = (x^2 + y^2)^{\frac{1}{2}}$$

30 Donde la ecuación anterior es la solución para una fuente puntual que descarga continuamente a una velocidad volumétrica constante Q_i [m^3/s] y a una concentración C_i [μM] en la fuente en un fluido de profundidad Z [m], con x [m] e y [m] siendo las distancias horizontal y vertical respectivamente. D [cm^2/s] es el coeficiente de difusión del producto químico específico en el agua y K_0 es la función de Bessel modificada de la segunda clase. U [cm/s] es la corriente uniforme de la masa de agua a través del eje x y Y [-] es el proceso de deterioro del producto químico en una escala temporal.

35

Zona más desfavorable

5 Con el fin de cumplir con las condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua, se determinará la zona más desfavorable de la porción de agua establecida. La zona más desfavorable corresponde a la que tenga los valores de ORP más bajos, especialmente después de aplicar una cantidad predeterminada de productos químicos a través de medios dispensadores en la porción establecida de agua y puede encontrarse en la zona delimitante o en la más lejana de los medios dispensadores. La cantidad predeterminada de productos químicos puede determinarse sobre el terreno y su único propósito es determinar la zona con valores de ORP más bajos dentro de la porción de agua que se va a tratar.

10 Si la masa de agua tiene un área de superficie menor de 5 hectáreas, la zona más desfavorable es la zona central de la masa de agua.

Se define un procedimiento de determinación de parámetros para tomar en cuenta las diferentes condiciones de operación del sistema. Se debe mencionar que es inviable llevar a cabo medidas constantes en la masa de agua, así la presente divulgación permite proporcionar una calidad del agua que cumple con las condiciones sanitarias microbiológicas específicas sin requerir medidas constantes.

15 El procedimiento de determinación de parámetros se basa en el ORP de agua, su salinidad, su temperatura y opcionalmente la difusión de productos químicos y su capacidad de dilución en la porción de agua identificada. El ORP, la salinidad y la temperatura del agua pueden determinarse por procedimientos empíricos, tales como inspección visual, procedimientos basados en la experiencia y procedimientos analíticos. La presente divulgación ha relacionado estas variables y ha disuelto una interacción muy compleja con respecto a la calidad del agua, después de
20 investigación muy exhaustiva.

La salinidad puede determinarse por procedimientos empíricos o analíticos tales como pruebas visuales; salinómetros que están basados en la conductividad de electricidad en el agua; hidrómetros que se basan en la gravedad específica del agua; o refractómetros que se basan en el índice de refracción del agua; o puede conocerse públicamente o puede ser información de otras fuentes, entre otras cosas.

25 La temperatura del agua se puede determinar por procedimientos empíricos o analíticos tales como pruebas visuales; termómetros; pares termoeléctricos; detectores de resistencia a temperatura; pirómetros; o dispositivos infrarrojos; o se puede conocer públicamente o puede ser información a partir de otras fuentes, entre otras cosas.

El ORP del agua se puede determinar por procedimientos empíricos o analíticos, tales como usar medidores de ORP que tienen electrodos con el fin de medir el voltaje a través de un circuito en el agua.

30 Se debe mencionar que el ORP del agua, su temperatura, su salinidad y la capacidad de dilución pueden conocerse anteriormente o determinarse empíricamente, por lo tanto el procedimiento de la presente divulgación puede aplicarse en la porción predefinida de agua en conocimiento de estas variables.

35 El procedimiento de determinación de parámetros comprende mantener al menos un nivel de ORP mínimo en la zona más desfavorable durante al menos un periodo de tiempo mínimo con el fin de asegurar las condiciones sanitarias requeridas a lo largo de la porción establecida entera de agua en la masa de agua grande.

40 El nivel de ORP mínimo puede depender de la salinidad del agua, como ciertos tipos de microorganismos, tales como protozoos patógenos, pueden solo crecer y vivir dentro de masas de agua con salinidades máximas del 2 % en peso. Por lo tanto, el nivel de ORP mínimo puede depender de las propiedades de salinidad del agua, ya que para ciertas concentraciones de salinidad el agua no servirá como un medio para algunos microorganismos para crecer y así plantear amenazas para la salud y condiciones no higiénicas.

45 Por otro lado, el periodo de tiempo mínimo puede depender también de la temperatura del agua. La temperatura del agua es un factor muy importante para la proliferación de varios microorganismos. Para temperaturas del agua bajas, los microorganismos no proliferan tan rápidamente como para temperaturas de agua más altas, por lo tanto este efecto está considerado en el presente procedimiento de determinación de parámetros. Hasta ahora, no hubo ecuaciones conocidas que se refieran a la temperatura del agua, su salinidad y la capacidad de dilución para mantener un ORP mínimo en una cierta porción de agua durante al menos un periodo mínimo de tiempo de acuerdo con la difusión de productos químicos en el agua, debido a la complejidad de las variables y a sus influencias mutuas. Tales relaciones son producto de una investigación exhaustiva y el nivel de ORP mínimo y el periodo de tiempo mínimo que se usan para el procedimiento de la presente invención, en una realización preferida, no pueden ser más bajos que los valores
50 que se definen como sigue:

Nivel de ORP mínimo:

Una vez que se conoce la salinidad para la zona más desfavorable, se puede calcular el nivel mínimo de ORP por las siguientes ecuaciones:

- i. para salinidades entre el 0 % y hasta el 1,5 % el ORP mínimo del agua es al menos 550 mV;

ii. para salinidades mayores que el 1,5 % y hasta el 2,5 %, el ORP mínimo del agua se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{ORP mínimo, mV}] = 625 - 50 * [\text{Salinidad del Agua, \% (Porcentaje en Peso)}];$$

y

5 iii. para salinidades más altas que el 2,5 %, el ORP mínimo del agua es al menos 500 mV.

El procedimiento de determinación de parámetros mencionado anteriormente está representado en una gráfica como se muestra en la figura 3.

Por ejemplo, si el agua tiene una salinidad del 1 % en peso (o 10.000 ppm) el ORP mínimo del agua que tiene que mantenerse, de acuerdo con esta realización, será 550 mV.

10 Por otro lado, si el agua tiene una salinidad de, por ejemplo, el 2 % en peso (o 20.000 ppm) el ORP mínimo del agua que tiene que mantenerse es 525 mV, de acuerdo con esta realización, se calcula usando la siguiente ecuación:

$$[\text{Mínimo ORP, mV}] = 625 - 50 * [2] = 525 \text{ mV}$$

Finalmente, si la salinidad del agua es más alta que el 2,5 %, por ejemplo el 3 % en peso, el ORP mínimo que tiene que mantenerse es 500 mV.

15 Periodo de tiempo mínimo:

El periodo de tiempo mínimo se determina mediante la temperatura del agua y se puede calcular mediante las siguientes ecuaciones:

i. para temperaturas del agua entre 5 °C y hasta 35 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

20 $[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [\text{Temperatura del agua, °C}];$

y

ii. para temperaturas del agua más altas de 35 °C y hasta 45 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 5 * [\text{Temperatura del agua, °C}] - 165.$$

25 La curva que muestra como el periodo de tiempo mínimo se comporta se muestra en la figura 4.

Por ejemplo, si la temperatura del agua es 20 °C, el periodo de tiempo mínimo es 40 minutos de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [20] = 40 \text{ minutos}$$

30 Por otro lado, si la temperatura del agua está entre 35 °C y 45 °C, por ejemplo 40 °C, el periodo de tiempo mínimo es 35 minutos de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 5 * [40] - 165 = 35 \text{ minutos}$$

El procedimiento de determinación de parámetros de la realización anterior se describe solo en uso para temperaturas del agua entre 5 °C y 45 °C, dado que cualquier otra temperatura puede no ser adecuada para propósitos recreativos.

35 El procedimiento de determinación de parámetros puede comprender también aplicar agentes químicos por los medios dispensadores para evitar que el ORP de la zona más desfavorable sea menos del nivel de ORP mínimo.

40 Cuando hay bañistas en la zona de conformidad con las normas sanitarias, el ORP del agua disminuirá más rápidamente que cuando no hay bañistas en el agua. Así, el presente procedimiento de determinación de parámetros permite incluir el efecto de la cantidad de bañistas en la zona de conformidad con las normas sanitarias, que a su vez se controla por la capacidad de dilución del agua. El tiempo tomado para alcanzar el nivel de ORP mínimo dependerá del uso de la zona de conformidad con las normas sanitarias y de la dilución encontrada por los bañistas. Por lo tanto, la velocidad de decrecimiento de ORP dependerá de la cantidad de los bañistas en el agua y así, de la capacidad de dilución del agua.

45 Las variables de la salinidad y temperatura del agua, ORP y concentración química pueden variar y verse afectadas por factores externos. Los procedimientos divulgados permiten alguna variación en estos factores, tal como que pueden no requerirse la monitorización constante de la salinidad del agua, la temperatura del agua y el recálculo del ORP mínimo y la concentración mínima. No obstante, en algunas realizaciones, la salinidad del agua y la temperatura

- del agua puede monitorizarse constantemente bien en un retardo o bien en tiempo real y proporcionan retroalimentación a un controlador que recalcula automáticamente el ORP mínimo, el periodo de tiempo mínimo y la concentración de agente químico de acuerdo con ello. En algunas realizaciones, los dispensadores pueden ser parte de un bucle de retroalimentación automática donde los dispensadores dispensan automáticamente agentes químicos adicionales en respuesta a un decrecimiento en el ORP mínimo. En algunas realizaciones, puede ser deseable medir periódicamente la salinidad y la temperatura del agua y recalculer el ORP mínimo, el periodo de tiempo mínimo y la concentración química. Tales medidas y cálculos periódicos podrían tener lugar cada 15 minutos, cada 30 minutos, cada hora, cada dos horas, seis veces al día, cuatro veces al día, dos veces al día, una vez al día, una vez a la semana, o según se necesite.
- 5
- 10 Debe mencionarse que la presente divulgación no requiere una barrera física con el fin de contener la porción de agua que va a tratarse. Más bien, las concentraciones químicas se aplican a la porción de agua con el fin de cumplir con condiciones sanitarias microbiológicas específicas aplicadas a la masa de agua.
- La aplicación de productos químicos con el fin de mantener al menos un nivel de ORP mínimo durante al menos el periodo de tiempo mínimo se puede repetir antes de que el nivel de ORP disminuya en más del 20 % del valor de ORP mínimo en la zona más desfavorable. En una realización alternativa, la localización de la zona más desfavorable, la salinidad del agua y la temperatura del agua pueden variar independientemente unas de otras como resultado de condiciones externas. Así, el procedimiento de la invención puede comprender opcionalmente una etapa adicional e., donde las etapas b., c. y d. se llevan a cabo una vez más o repetidamente.
- 15
- 20 Se pueden añadir agentes químicos a la porción de agua establecida en la masa de agua grande a través de medios dispensadores, donde los medios dispensadores están dirigidos por un procedimiento de determinación de parámetros que combina los efectos de ORP del agua, su salinidad, su temperatura, la difusión de los productos químicos y su capacidad de dilución.
- Los agentes químicos están seleccionados de ozono; cloro y compuestos de cloro; productos de biguanida, compuestos basados en halógenos, compuestos basados en bromo, o una combinación de los mismos.
- 25 También es posible mejorar la calidad del agua de la zona de conformidad con las normas sanitarias suministrando agua dulce o agua de una porción diferente en la masa de agua grande dentro de tal porción con el fin de permitir un efecto de dilución de la carga de contaminantes de los bañistas.
- El siguiente ejemplo no se desea para limitar el alcance de las reivindicaciones de la invención sino que se desea más que sea ilustrativo de cierta realización. .
- 30 **Ejemplo**
- El procedimiento divulgado se aplicó en el lago Rapel localizado en Navidad, Chile. El lago tiene 8.000 hectáreas de superficie y más de 695 millones de metros cúbicos de agua dulce. El lago se usa normalmente para propósitos recreativos.
- 35 Una porción del agua dentro de la masa de agua grande se estableció de acuerdo con el uso recreativo normal del lago, que cubre aproximadamente 650 m² (que corresponden a aproximadamente el 0,0008 % de área total del lago). La porción se localizó en el borde del lago. Las condiciones microbiológicas específicas requeridas para este experimento específico correspondieron a las regulaciones microbiológicas para aguas recreativas de contacto directo según se determinan por la EPA.
- 40 Se instalaron aproximadamente 20 inyectores en el perímetro norte del lago. Cada inyector tiene un flujo máximo de 1,8 litros por hora. El agente químico usado fue hipoclorito de sodio, que se diluyó de forma proporcional al flujo de inyector. Una solución de cloro en agua se preparó en un bote de plástico con una capacidad de 1 m³. El bombeo de la disolución de hipoclorito de sodio se llevó a cabo por una bomba magnética IWAKI con una capacidad de 18 litros por minuto.
- Durante el experimento, la porción establecida de agua tiene un promedio de 60 bañistas en base a cada hora.
- 45 La determinación de la zona más desfavorable se llevó a cabo midiendo el ORP en varios lugares con la porción establecida de agua usando un equipo de prueba de ORP dentro la porción de agua establecida usando un equipo de prueba de ORP HANNA ORP HI 98201 después de descargar una cantidad predeterminada de aproximadamente 1,5 litros de una solución al 10 % de hipoclorito de sodio en la porción de agua establecida. La zona más desfavorable se localizó en el centro de la zona delimitadora de la porción de agua establecida. La salinidad del agua se midió con una prueba de conductividad de HANNA HI 931100N. Se encontró que la salinidad del agua era del 0,07 % en peso y que
- 50 la temperatura del agua promedio era de 21 °C según se midió por un termómetro.
- El nivel de ORP mínimo se determinó donde para salinidades entre el 0 % y hasta el 1,5 % el nivel de ORP mínimo del agua es al menos 550 mV. Por lo tanto, el nivel de ORP mínimo del agua con una salinidad del 0,07 % debería ser 550 mV.

ES 2 548 193 T3

El periodo de tiempo mínimo se determinó, donde para temperaturas del agua entre 5 °C y hasta 35 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [\text{Temperatura del agua, } ^\circ\text{C}]$$

$$\text{Periodo de tiempo mínimo en minutos} = 80 - 2 * [21]$$

5 Periodo de tiempo mínimo = 38 minutos

Se añadió hipoclorito de sodio a través de los inyectores manteniendo un nivel de ORP de al menos 550 mV en la zona más desfavorable durante un periodo mínimo de 38 minutos. Al principio, se añadió 1 ppm de hipoclorito de sodio tratando el agua. Posteriormente, se añadió hipoclorito de sodio con el fin de mantener una concentración residual de 0,10 ppm, lo que permitió mantener al menos un nivel de ORP de 550 mV en la zona más desfavorable.

10 Una vez estuvo descargada la cantidad total de hipoclorito de sodio, el ORP de la zona más desfavorable se midió y se determinó que era 555 mV. Medidas subsiguientes se llevaron a cabo cada 60 minutos. El ORP disminuyó hasta 490 mV (por aproximadamente el 11 % del ORP mínimo determinado) después de aproximadamente 30 minutos, punto en el que se dispensó nuevo hipoclorito de sodio.

15 La capacidad de dilución del agua se refleja en la cantidad promedio de bañistas por hora en la zona de conformidad con las normas sanitarias: para densidades de bañistas más bajas, el ORP del agua disminuyó más lentamente que para densidades de bañistas más altas. Además, el decrecimiento en ORP está afectado por el sol y otras variables.

20 Este ejemplo confirmó que la zona de conformidad con las normas sanitarias cumplió con las regulaciones microbiológicas específicas de la EPA para aguas recreativas de contacto directo e incluso con regulaciones sanitarias más restrictivas y permitió aplicar una pequeña cantidad de productos químicos evitando el tratamiento de la masa de agua grande completa, tratando la porción identificada de agua con el fin de crear una zona de conformidad con las normas sanitarias.

25 Los productos químicos aplicados en el ejemplo presente eran al menos 100 órdenes de magnitud más bajos comparados con la cantidad de productos químicos requeridos para tratar la masa de agua completa. Con el fin de tratar la masa de agua completa del lago Rapel, que retiene más de 695 millones de metros cúbicos de agua dulce y permitir su uso para propósitos recreativos, se debe añadir una cierta cantidad de productos químicos que pueda asegurar la seguridad de los bañistas. Con el fin de mantener el mismo nivel de ORP como para el ejemplo (una concentración de 0,10 ppm de hipoclorito de sodio con la 1 ppm adicional añadida de antemano tratando el agua), la cantidad total de hipoclorito de sodio que debe aplicarse es aproximadamente 764,5 toneladas, que es más de 100.000 veces la cantidad de hipoclorito de sodio que se requiere tratando la porción de agua del ejemplo mencionado anteriormente, lo que es económicamente y ambientalmente inviable.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar las propiedades microbiológicas de una porción de una masa de agua en **grandes** masas de agua, que comprende:
- 5 a. identificar una porción de agua deseada para propósitos recreativos en la masa de agua grande y definir los medios dispensadores;
- b. mantener al menos un nivel de ORP mínimo en tal porción de agua durante un periodo de tiempo mínimo mediante la dispensación de una cantidad eficaz de agente químico, en el que el ORP mínimo y el periodo de tiempo mínimo no pueden ser más bajos que los valores calculados:
- 10 i. determinando la zona más desfavorable dentro de la porción de agua, en la que la zona más desfavorable presente el valor de ORP mínimo dentro de la porción de agua destinada a propósitos recreativos después de dispensar el agente químico;
- ii. determinando la salinidad del agua en la zona más desfavorable;
- iii. determinando el valor de ORP mínimo en base a la salinidad del agua en la que:
- para salinidades en el agua entre el 0 % y hasta el 1,5 % el nivel de ORP mínimo es 550 mV;
- 15 -para salinidades en el agua más altas del 1,5 % y hasta el 2,5 %, el nivel de ORP mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:
- $$[\text{ORP mínimo, mV}] = 625 - 50 * [\text{Salinidad del Agua, \% (Porcentaje en Peso)}];$$
 y
- para salinidades en el agua más altas del 2,5 %, el nivel de ORP mínimo es 500 mV; y
- iv. determinando la temperatura del agua en la zona más desfavorable; y
- 20 v. determinando el periodo de tiempo mínimo basado en la temperatura del agua, en el que:
- para temperaturas del agua desde 5 °C hasta 35 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:
- $$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 80 - 2 * [\text{Temperatura del agua, °C}];$$
 y
- para temperaturas del agua entre 35 °C y hasta 45 °C, el periodo de tiempo mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:
- 25
$$[\text{Periodo de tiempo mínimo, minutos}] = 5 * [\text{Temperatura del agua, °C}] - 165;$$
 y
- c. repetir la etapa b con el fin de evitar que disminuya el ORP en la zona más desfavorable en más del 20 % del valor del ORP mínimo.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la masa de agua es una masa de agua natural.
- 30 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la masa de agua es una masa de agua artificial.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la masa de agua se selecciona del grupo que consiste en un lago, mar, estuario, presa, laguna, manantial, piscina, estanque y depósito.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el agua es agua dulce, agua salobre, agua salada, o agua de mar.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la porción de agua deseada para propósitos recreativos está definida por una zona delimitadora.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la porción de agua deseada para propósitos recreativos está localizada en un borde de una masa de agua grande.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la masa de agua tiene una superficie menor de 5 hectáreas, la zona más desfavorable es la zona central de la masa de agua.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el agente químico está seleccionado del grupo que consiste en ozono; cloro y compuestos de cloro; productos de biguanida; compuestos basados en halógenos; compuestos basados en bromo y mezclas de los mismos.
- 40 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el agente químico se dispensa usando un dispensador seleccionado del grupo que consiste en un inyector, difusor, irrigador, dispensador por peso, una tubería, aplicación manual y combinaciones de los mismos.
- 45

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ORP, la salinidad y la temperatura del agua se determinan por procedimientos empíricos.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el agua de una porción diferente en la masa de agua puede suministrarse en la porción de agua deseada para propósitos recreativos con el fin de permitir un efecto de dilución.
- 5 13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el agua de una porción diferente en la masa de agua puede suministrarse en la porción de agua deseada para propósitos recreativos con el fin de permitir un efecto de dilución de la carga de contaminantes del bañista.
14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ORP se mantiene permanentemente en la porción de agua deseada para procedimientos recreativos durante un cierto periodo de tiempo de acuerdo con los requerimientos de tal zona.
- 10 15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el procedimiento se aplica cuando la porción de agua se usa realmente para propósitos recreativos.

Fig. 1

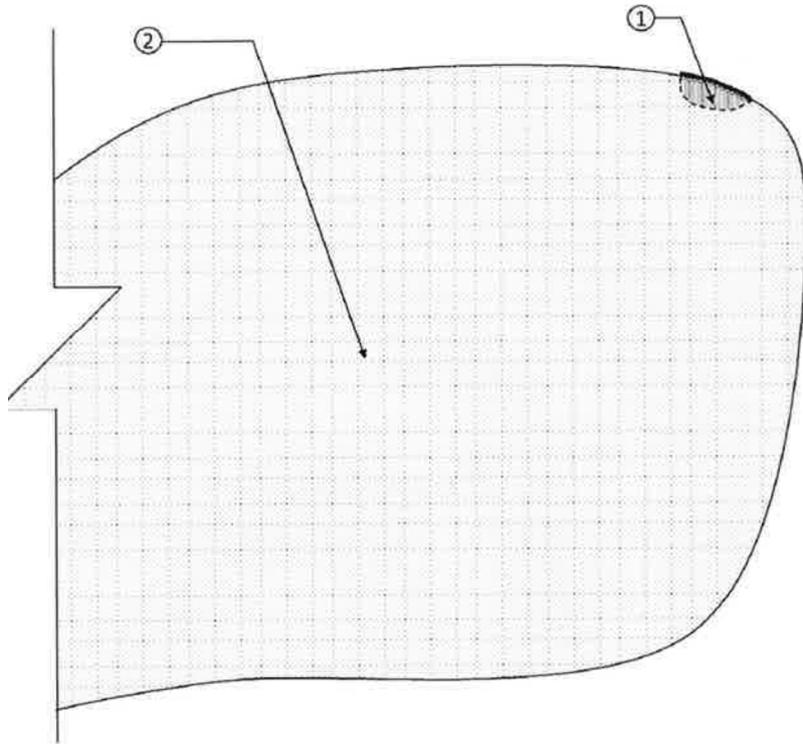


Fig. 2

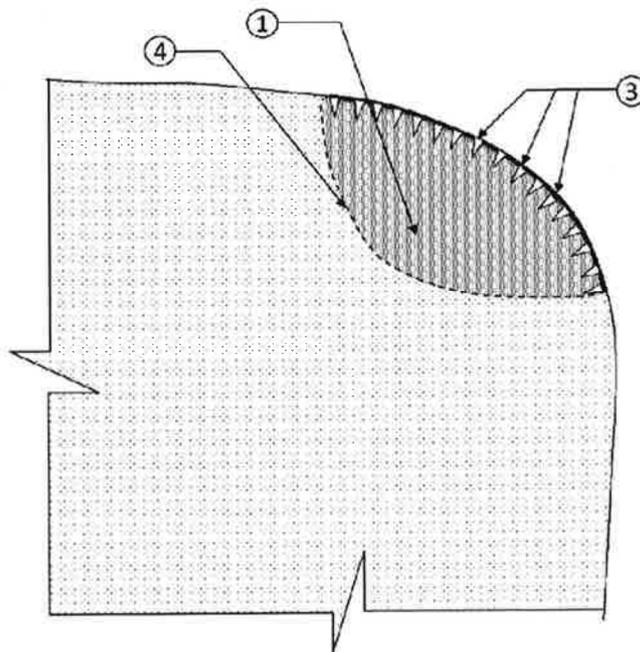


Fig. 3

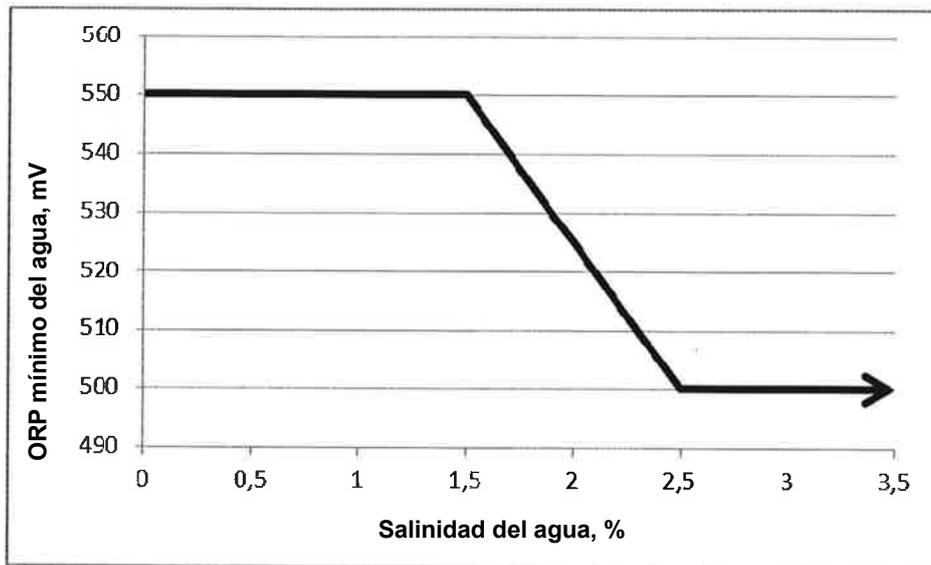


Fig. 4

