

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 027 764**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2013.01)

C02F 1/76 (2013.01)

C02F 1/56 (2013.01)

C02F 103/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.05.2020** **PCT/US2020/034909**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020** **WO20263488**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2020** **E 20832912 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025** **EP 3990397**

54 Título: **Método sanitario eficaz y de bajo coste que crea dos zonas de tratamiento diferentes en grandes masas de agua para facilitar las actividades recreativas de contacto directo**

30 Prioridad:

28.06.2019 US 201916456762

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

17.06.2025

73 Titular/es:

CRYSTAL LAGOONS TECHNOLOGIES, INC.
(100.00%)

2 Alhambra Plaza, Penthouse 1B
Coral Gables, FL 33134, US

72 Inventor/es:

FISCHMANN, FERNANDO BENJAMIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 027 764 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método sanitario eficaz y de bajo coste que crea dos zonas de tratamiento diferentes en grandes masas de agua para facilitar las actividades recreativas de contacto directo

- 5 La presente solicitud se presenta el 28 de mayo de 2020 como solicitud internacional PCT y reivindica el beneficio de la prioridad respecto de la solicitud no provisional estadounidense n.º 16/456.762, presentada el 28 de junio de 2019.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

- 10 La presente invención hace referencia en general al tratamiento de una gran masa de agua para hacerla apta para fines recreativos; más concretamente, al tratamiento del agua mediante un sistema y método sanitario de bajo coste para minimizar el riesgo de crecimiento de microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste. Más concretamente, la invención hace referencia a un sistema y método sanitario eficiente y de bajo coste que crea dos zonas de tratamiento diferentes en grandes masas de agua para facilitar las actividades recreativas de contacto directo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

- 15 La tecnología convencional de piscinas se ha utilizado y aplicado durante décadas como tratamiento estándar del agua en masas de agua recreativas de pequeño tamaño. Sin embargo, dicha tecnología para piscinas ha demostrado ser ineficaz en el tratamiento y la eliminación de varios microorganismos de masas de agua relativamente pequeñas.

- 20 Por otro lado, las masas de agua más grandes, como los lagos utilizados para nadar (en lo sucesivo en la presente memoria denominados "lagos de natación") con mayores capacidades de dilución también han tenido problemas y han sido ineficaces en la inactivación y eliminación de algunos microorganismos, independientemente de si la masa de agua se trata periódicamente o no. Además, la tecnología convencional de piscinas, cuando se aplica a masas de agua tan grandes, exige grandes costes de capital y requiere grandes cantidades de energía y productos químicos para completar su funcionamiento y mantenimiento. Estos costes resultantes hacen que el uso de la tecnología convencional de piscinas resulte muy caro cuando se aplica a masas de agua de gran tamaño.

- 25 En general, las masas de agua recreativas, como piscinas y masas de agua más grandes como lagos de natación, siempre son propensas a estar contaminadas por microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, que pueden crear riesgos para los bañistas de que utilizan dichas masas de agua para nadar, bañarse y para otros usos recreativos de contacto directo.

A. Piscinas

- 30 Durante décadas, la tecnología de piscinas ha sido la más utilizada para el tratamiento del agua de pequeñas masas de agua destinadas a la natación recreativa. A lo largo de este tiempo, diversas entidades sanitarias de todo el mundo han adoptado normativas relativas al tratamiento del agua con el fin de regular unas normas sanitarias mínimas para las piscinas.

- 35 La tecnología convencional de piscinas requiere esencialmente una desinfección permanente de todo el volumen de agua para mantener un alto ORP (potencial de reducción de oxidación) o concentración de desinfectante, como el nivel de cloro libre en el agua de forma permanente. Además, se requiere la filtración del volumen de agua completo entre una y seis veces al día (generalmente cuatro veces al día) para eliminar todas las partículas en suspensión y los contaminantes de dicho volumen de agua.

- 40 Sin embargo, es importante entender que, contrariamente a la creencia popular, la tecnología convencional de desinfección de piscinas no mata todos los gérmenes o microorganismos al instante. Por el contrario, existen microorganismos resistentes al cloro que pueden sobrevivir en el agua clorada de la piscina y provocar enfermedades relacionadas con el agua recreativa (en lo sucesivo en la presente memoria denominadas "RWI"). Aunque hay ciertas bacterias que mueren en cuestión de segundos con los niveles normales de desinfección de las piscinas, hay muchos microorganismos que tienen una gran tolerancia al cloro o a otros desinfectantes. Estos microorganismos pueden sobrevivir durante muchos días después de que se haya producido una contaminación en la piscina, ya que el tratamiento de desinfección de piscinas no está diseñado para eliminar todos dichos microorganismos. Un microorganismo muy resistente a las tecnologías convencionales de desinfección de piscinas es, por ejemplo, el *Cryptosporidium*. Se trata de una causa importante de RWI, especialmente en masas de agua tratadas como las piscinas, como ya se ha comentado anteriormente. De hecho, varios estudios muestran que niveles de cloro libre de aproximadamente 1 - 3 ppm (como los que se encuentran en piscinas tratadas convencionalmente), pueden tardar más de 10 días en inactivar el 99,9 % de los oocistos de *Cryptosporidium*, ya que dicho microorganismo es altamente resistente a los métodos convencionales de desinfección de piscinas. Por consiguiente, muchos bañistas pueden

nadar en una piscina tratada de acuerdo con la normativa pertinente para las normas de desinfección de piscinas durante ese periodo de 10 días y estar expuestos a la infección por dicho microorganismo.

Además, con respecto a la tecnología convencional de filtración de piscinas, generalmente los filtros de arena son capaces de filtrar partículas de un rango de tamaño de hasta 20-25 micras y los filtros de cartucho suelen ser capaces de eliminar partículas de un rango de tamaño de hasta 5-10 micras. Pero, a modo de ejemplo, los ooquistes de *Cryptosporidium* tienen un tamaño aproximado de 4-6 micras. Esto hace que sean muy difíciles de eliminar mediante la filtración convencional de piscinas, ya que los filtros utilizados habitualmente sólo son capaces de eliminar alrededor del 25 % de los ooquistes por cada paso por el filtro.

Basándose en lo anterior, se apreciará que cuando se produce un evento de contaminación en una piscina, los sistemas de desinfección y filtración no están preparados para eliminar dichos microorganismos. La desinfección tradicional no es suficiente para inactivar o matar dichos microorganismos, y el sistema de filtración no es adecuado para eliminarlos del agua en un intervalo de tiempo adecuado que garantice que las personas no se infectarán una vez se produzca la contaminación. En particular, esto se debe a que las tecnologías convencionales de piscinas requieren filtrar todo el volumen de agua de la piscina -lo cual es un proceso que lleva mucho tiempo y que ni siquiera permite filtrar completamente todos los ooquistes en un intervalo de tiempo adecuado-, junto con el hecho de que el cloro puede no inactivar todos los ooquistes de ciertos microorganismos en un periodo inferior a 10 días. En consecuencia, si se produce un caso de contaminación en la piscina, dichos microorganismos pueden pasar desapercibidos e infectar a muchos bañistas antes de que se traten y eliminen adecuadamente del agua de la piscina.

Por consiguiente, las piscinas son propensas a RWI desencadenadas por microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, presentes en el agua, que pueden tener una alta resistencia a los métodos convencionales de tratamiento del agua de las piscinas y, por consiguiente, pueden llegar potencialmente a los bañistas ya sea tragando el agua, respirando los microorganismos resuspendidos o simplemente teniendo contacto directo con el agua.

Un estudio de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos resumió 90 informes de brotes de enfermedades en aguas recreativas que se produjeron durante 2011 y 2012 en 32 estados y Puerto Rico, donde 69 brotes (76,6 %) se produjeron en piscinas tratadas convencionalmente. Además, un estudio de 2007 de los CDC resumió el total de 78 informes de brotes de enfermedades en aguas recreativas que se produjeron durante 2005-2006, que representaron enfermedades que se produjeron en 4.412 personas, resultando en 116 hospitalizaciones y cinco muertes. De esos 78 informes de brotes, 31 (40 %) fueron causados por *Cryptosporidium*. Otro estudio mostró que, en junio de 2003, se inició un brote de *Giardia intestinalis* en la piscina de un club de socios de Massachusetts, que dio lugar a 149 casos, incluidos casos de transmisión secundaria de persona a persona. Asimismo, en julio de 2003, un brote de *Cryptosporidium* se propagó en múltiples piscinas y guarderías de Kansas y dio lugar a 617 casos. Este último brote fue el mayor brote en aguas recreativas durante 2003 - 2004. Además, en julio de 2004, un brote de *Cryptosporidium* en una piscina comunitaria de Ohio provocó gastroenteritis en 160 personas de tres condados, y en agosto de 2004, los empleados enfermos de gastroenteritis de un parque acuático de California siguieron llevando a cabo actividades laborales y recreativas en las piscinas, lo que dio lugar a un brote de *Cryptosporidium* que afectó a 336 personas con enfermedades relacionadas.

Además, en 2008, los CDC informaron de que los casos de RWI causados por *Cryptosporidium* en EE.UU. se habían triplicado desde 2004. Sin embargo, este aumento puede haber sido influenciado por métodos de detección más avanzados, por ejemplo, lo que significa que los casos anteriores pueden haber existido, pero no fueron detectados. Más recientemente, los datos recogidos durante 2013-2014 de los CDC indican que hubo más de 71 casos de brotes procedentes de piscinas notificados en EE. UU., lo que dio lugar a más de 950 casos. Entre 2000 y 2014, se han notificado más de 450 brotes, que han dado lugar a más de 27 000 casos, de los cuales más de la mitad se debieron a *Cryptosporidium*.

Los casos descritos anteriormente refuerzan el hecho de que algunos microorganismos como *Cryptosporidium* y *Giardia*, entre otros, no se eliminan de forma eficaz mediante métodos o sistemas convencionales de tratamiento de piscinas. Por consiguiente, mientras que es una creencia común que las RWI son un riesgo sólo en masas de agua no tratados, la mayoría de los casos en los que las RWI han resultado en varias personas enfermas han tenido lugar en cuerpos de agua tratados convencionalmente como piscinas, lo que pone de relieve la necesidad de métodos y sistemas mejorados para tratar y mantener los cuerpos de agua con fines recreativos.

Además de la contaminación por microorganismos como *Cryptosporidium* y *Giardia*, las piscinas son propensas a las RWI causadas por amebas presentes en la masa de agua. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo en 2003 en Santiago de Chile descubrió que cinco de cada ocho piscinas públicas tenían amebas de vida libre durante el periodo estival, y que *Naegleria Fowleri* y *Acanthamoebas* estaban presentes en el 36,3 % de las muestras. Además, dicho estudio informó de que una de dichas piscinas públicas, en la que no se encontraron amebas ni microorganismos de vida libre, tenía una concentración de cloro extremadamente alta que hacía irrespirable el aire circundante y provocaba irritación ocular (especialmente porque se trataba de una piscina cubierta con escasa circulación de aire).

Más recientemente, en España, una niña de 10 años de la provincia de Toledo se recuperó del primer caso registrado en España de encefalitis amebiana primaria (PAM) causada por *Naegleria Fowleri*, que se contrajo en una piscina pública tratada y mantenida con la tecnología estándar para piscinas. La meningitis amebiana primaria (PAM) es una enfermedad extremadamente agresiva que provoca fuertes dolores de cabeza, fiebre y rigidez de nuca durante varios días y que conduce a la muerte en el 97 % de los casos detectados. Este caso asombró a médicos y funcionarios sanitarios porque la piscina pública en la que la niña contrajo la enfermedad cumplía tanto los niveles de cloro como las normas de filtración que se consideran seguras.

En la actualidad, si se produce un caso de contaminación de este tipo en una piscina, suele haber uno de dos resultados:

- Si el caso de contaminación no se detecta, como suele ocurrir, entonces los microorganismos permanecerán y se propagarán en el agua, pudiendo infectar a muchos bañistas (aunque el agua esté siendo tratada por el sistema convencional de la piscina), lo que significa que podría haber más de 10 días de exposición de los bañistas a los peligrosos microorganismos. Además, como se ha subrayado antes, los sistemas convencionales de filtración de piscinas tardan mucho tiempo en eliminar los ooquistes del agua, ya que la filtración es parcial y, en algunos casos, debido a su tamaño, los ooquistes no se pueden eliminar en absoluto.

- Si se detecta el caso de contaminación, para inactivar y eliminar los ooquistes es necesario cerrar la piscina durante varios días y, a veces, incluso vaciar todo el volumen de la piscina, lo que rara vez ocurre. Como alternativa, la piscina se puede someter a un proceso de hipercloración, que requiere una concentración de cloro extremadamente alta que, según se ha descrito anteriormente, puede hacer irrespirable el aire circundante, además de provocar irritación ocular y cutánea.

En conclusión, las tecnologías convencionales de piscinas, que combinan procesos de desinfección y filtración, no están preparadas para tratar algunos microorganismos, como *Cryptosporidium* y *Giardia* entre otros, lo que dificulta garantizar que el agua, que se utiliza para fines recreativos directos, esté libre de microorganismos causantes de enfermedades. Los sistemas convencionales de piscinas son lentos o ineficaces a la hora de eliminar microorganismos de estos tipos, aunque cumplan la normativa local exigida.

B. Masas de agua más grandes

Según se ha mencionado anteriormente, también hay masas de agua más grandes, como los lagos de natación utilizados para fines de contacto directo, que están algo tratados. Estas masas de agua también son propensas a altos riesgos asociados a la presencia de microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros. En algunos casos, se producen muertes después de que una persona se infecte.

Por lo general, estas grandes masas de agua se tratan parcialmente utilizando métodos que consisten esencialmente en aplicaciones reducidas de tecnologías convencionales para piscinas. Por lo tanto, cuando se tratan estas masas de agua, los niveles de desinfectante y los niveles de filtración suelen ser muy inferiores a los requeridos en las piscinas convencionales. Por ejemplo, en lugar de mantener de forma permanente 1 ppm de cloro libre en el volumen de agua completo (como una piscina convencional), dichas grandes masas de agua mantienen niveles mucho más bajos y no necesariamente de forma permanente, y en lugar de filtrar el volumen de agua completo de cuatro a seis veces al día (como se requiere en una piscina convencional), el volumen de agua se filtra parcialmente y/o con menor periodicidad. Esta desinfección y filtración parciales se aplican en masas de agua tan grandes principalmente por razones económicas, ya que la utilización de tecnologías de piscinas convencionales en masas de agua de gran tamaño requeriría sistemas de capacidad y costes de equipamiento muy elevados, así como elevados costes de funcionamiento relacionados con la gran cantidad de productos químicos y electricidad necesarios para la filtración.

También es importante señalar que dichos lagos de natación parcialmente tratados suelen tener una escasa claridad del agua. Esto contrasta con la transparencia y las condiciones cristalinas de las piscinas convencionales, que es principalmente el resultado de una filtración parcial del volumen de agua.

Cuando se trata de masas de agua recreativas confinadas, como grandes lagos y lagunas artificiales parcialmente tratados, o similares, es importante tener en cuenta que cuando no se tratan con la tecnología convencional de piscinas, se pueden generar riesgos sanitarios importantes. Por ejemplo, ha habido muchos accidentes causados por microorganismos peligrosos en masas de agua confinadas artificiales de gran tamaño que no se trataron con tecnologías de piscinas tradicionales, sino que se utilizó una aplicación parcial de la tecnología.

Un caso representativo es el del River County de Disney, donde un niño de 11 años murió de *Naegleria Fowleri*, que contrajo mientras nadaba en su laguna artificial. Otro caso ocurrió en el National Whitewater Center de Carolina del Norte, donde una mujer de 18 años murió aproximadamente una semana después de contraer la ameba mientras practicaba rafting en el centro.

Otro accidente reciente ocurrió en un lago artificial para surfistas situado en Waco (Texas), en el que no se utilizó la tecnología convencional para piscinas, sino una desinfección y filtración parciales. En este accidente, un surfista de 29 años contrajo la ameba *Naegleria Fowleri* y falleció el 21 de septiembre de 2018. A pesar de que este accidente tuvo consecuencias fatales, cuando se llevaron a cabo los análisis de calidad del agua el 27 de septiembre de 2018, no se encontró la ameba en el lago de surf, pero sí en masas de agua cercanas. Por consiguiente, es muy importante destacar que un simple análisis de calidad de agua no suele ser adecuado para prevenir este tipo de accidentes, ya que estos microorganismos pueden estar presentes en sectores específicos dentro de las masas de agua y/o localizados en rincones.

Como indicación de la magnitud del problema, se han registrado más de 140 casos en EE.UU. de la ameba *Naegleria Fowleri*, con una tasa de mortalidad del 97 %.

La *Naegleria Fowleri* penetra en el organismo a través de la nariz, desde donde viaja hasta el sistema nervioso central y genera una inflamación cerebral aguda que acaba desembocando en una Meningoencefalitis Primaria (PAM), una infección cerebral que conduce a la destrucción del tejido cerebral. Por esta razón, a veces se la denomina como la "ameba devoradora de cerebros". La meningoencefalitis tiene un periodo de incubación de entre dos y ocho días, y en casi todos los casos provoca la muerte del paciente infectado.

Las acantoamebas, por su parte, entran en el cuerpo humano a través de los ojos o cortes en la piel, viajando hasta el sistema nervioso central y con un periodo de incubación de sólo unos días. En este último caso, la mayoría de los casos terminan con un desenlace fatal.

Tanto las amebas como las acantoamebas son especialmente peligrosas cuando están presentes en masas de agua con fuertes corrientes o un movimiento constante del agua que genera una resuspensión de los sedimentos acumulados en la superficie del fondo de las masas de agua. La resuspensión aumenta las posibilidades de que las bacterias lleguen a la nariz y los ojos de los bañistas.

La supervisión de las amebas mediante análisis de la calidad del agua es extremadamente compleja y requiere conocimientos específicos. Además, no es suficiente con llevar a cabo unas pocas muestras de agua en diferentes ubicaciones dentro de las masas de agua, ya que dicho análisis no ayudaría a concluir los mismos resultados para otras ubicaciones como se ha mencionado anteriormente. Estas amebas pueden estar presentes en determinadas ubicaciones en las masas de agua, ocultas en rincones o en los sedimentos del fondo. Por consiguiente, la detección de estas amebas requiere formación, análisis específicos y controles, todo lo cual ilustra la necesidad de un sistema y un método para tratar adecuadamente los lagos de natación de uso recreativo a fin de evitar o minimizar dichos riesgos.

Por consiguiente, hoy en día no existen métodos o sistemas que proporcionen una seguridad sanitaria completa en piscinas convencionales o en masas de agua mayores parcialmente tratadas que se utilicen con fines recreativos. Los sistemas convencionales, incluso para piscinas, requerirían niveles muy elevados de desinfectantes, que además de ser extremadamente costosos, pueden generar un ambiente tóxico y condiciones no seguras para los bañistas y transeúntes. Además, se ha demostrado que incluso cuando se cumplen todas las normas que se suelen considerar seguras en una piscina, pueden producirse RWI.

C. Índice de desinfección

Los patrones y requisitos a través de los cuales las piscinas o masas de agua mayores son tratados y mantenidos, son los requisitos convencionales para piscinas, y los estándares bacteriológicos de la U.S.E.P.A., entre otros. Sin embargo, estas normas a veces pueden no ser suficientes para garantizar que no habrá riesgos sanitarios debido a la presencia de microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, en el agua.

Una manera de aplicar una desinfección adecuada para inactivar diferentes microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, es la utilización del índice CT. Este índice resulta de una concentración específica de un desinfectante "C" y de la cantidad de tiempo "T" que el desinfectante está en contacto con el agua a dicha concentración específica para conseguir una desinfección adecuada. Por consiguiente, el índice CT se determina multiplicando ambos valores, como se puede observar en la siguiente ecuación:

$$CT = \text{Concentración de desinfectante} \left\{ \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right\} \times \text{Tiempo contacto [min]}$$

Diferentes valores de CT permiten la inactivación de diferentes microorganismos, parásitos y protozoos, en función del tipo de desinfectante utilizado, la temperatura y el pH del agua, y el nivel de inactivación requerido. La siguiente tabla 1 ilustra los valores de CT para la inactivación de microorganismos.

TABLA 1

	Desinfectante	Inactivación	Temperatura	Valor CT $\left[\frac{mg}{l} \times min\right]$
Quistes de <i>Giardia</i>	Ozono	1 log	10 °C	0,48 (6 < pH < 9)
Quistes de <i>Giardia</i>	Ozono	1 log	25 °C	0,16 (6 < pH < 9)
Quistes de <i>Giardia</i>	Cloro	1 log	10 °C	112 (Para pH = 7)
Quistes de <i>Giardia</i>	Cloro	1 log	10 °C	162 (Para pH = 8)
<i>Cryptosporidium</i>	Cloro	3 log	25 °C	15.300 (pH < 7,5)
<i>Naegleria Fowleri</i> (Trofozoitos)	Cloro	3 log	25 °C	9 (Para pH 7,5)
<i>Naegleria Fowleri</i> (Trofozoitos)	Cloro	3 log	25 °C	23 (Para pH 9)
<i>Naegleria Fowleri</i> (quistes)	Cloro	3 log	25 °C	42 (Para pH 7,5)
<i>Naegleria Fowleri</i> (quistes)	Cloro	3 log	25 °C	50 (Para pH 9)

La inactivación se mide como 1 log, 2 log, 3 log o 4 log, según se ilustra en la siguiente Tabla 2:

TABLA 2

1 log	90 % Inactivación
2 log	99 % Inactivación
3 log	99,9 % Inactivación
4 log	99,99 % Inactivación

5

En general, las bacterias se inactivan fácilmente, mientras que microorganismos como *Giardia intestinalis* y *Cryptosporidium*, entre otros, son muy difíciles de inactivar. Por ejemplo, la inactivación de 1 log de quistes de *Giardia* a una temperatura de 10 °C y a un pH de 7 requiere un valor de CT de 112. Esto significa que se pueden utilizar las siguientes alternativas de desinfección:

- 10 - Se puede utilizar una concentración C de 1 ppm durante un tiempo T de 112 minutos, consiguiendo un CT de 112

$$CT = 1 \left[\frac{mg}{l} \right] \times 112 [min] = 112 \left[\frac{mg}{l} \times min \right]$$

- Se puede utilizar una concentración C de 2 ppm durante un tiempo T de 56 minutos, consiguiendo un CT de 112

$$CT = 2 \left[\frac{mg}{l} \right] \times 56 [min] = 112 \left[\frac{mg}{l} \times min \right]$$

Por lo tanto, a partir del ejemplo anterior, se apreciará que para alcanzar el mismo valor de CT, una concentración C más alta da lugar a un tiempo de aplicación T más bajo.

Se debe lograr una desinfección adecuada en las masas de agua recreativas para proporcionar unas condiciones sanitarias seguras a efectos de contacto directo. Aunque algunos microorganismos se inactivan fácilmente con los niveles convencionales de desinfección de piscinas, hay microorganismos que son resistentes a los métodos convencionales de desinfección y filtración y, por consiguiente, requieren otros tipos de tratamiento para proporcionar una masa de agua segura desde el punto de vista sanitario.

Por consiguiente, surge la necesidad de un sistema y método de tratamiento de aguas que permita minimizar el riesgo de contaminación en grandes masas de agua por microorganismos que se encuentran habitualmente en aguas recreativas, como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste.

Ejemplos de sistemas y métodos convencionales de tratamiento de agua conocidos en la técnica anterior se describen en los documentos US 8.790.518 B2, US 2008/116142 A1, US 2014/166588 A1 o US 9.708.82 B2.

RESUMEN

La presente invención proporciona un método para tratar una gran masa de agua con el fin de hacerla apta para fines recreativos, tal como se presenta en la reivindicación 1.

Un método de acuerdo con los principios de la invención proporciona un método sanitario de bajo coste que minimiza los riesgos de contaminación de microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros. Dicho sistema y método se pueden emplear en lagos de natación y grandes masas de agua artificiales, entre otros.

En cualquier caso, los principios de la invención incluyen la designación de dos zonas de tratamiento diferentes en la gran masa de agua. Las dos zonas tienen configuraciones y métodos de tratamiento diferentes. La primera zona es una zona de sedimentación. Esta zona se utiliza principalmente para proporcionar tratamiento y sedimentación de microorganismos y/o contaminantes para inactivarlos y/o eliminarlos de la masa de agua. La segunda zona es una zona de disipación. En esta zona es donde están previstas las principales actividades acuáticas recreativas de contacto directo. En esta zona de disipación, se establece un flujo de agua que junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, permiten generar un patrón de disipación del volumen de agua dentro de la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1. Además, se proporciona una desinfección continua del volumen de agua en la zona de disipación.

Por consiguiente, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de bajo coste y sanitario eficiente para proporcionar grandes masas de agua para fines recreativos de contacto directo, de al menos 3.000 m², comprendiendo el método: designar una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2 en la gran masa de agua, aplicar un método de desinfección basado en un índice CT y aplicar una cantidad eficiente de una composición floculante en la zona de sedimentación 1 que ayude a la sedimentación de diferentes microorganismos y/o contaminantes que estén presentes en la zona de sedimentación 1, y perturbar mínimamente el volumen de agua dentro de la zona de sedimentación, por lo que se minimiza la perturbación del proceso de sedimentación; mantener un residuo de cloro permanente en el volumen de agua de la zona de disipación 2 mediante la adición de una cantidad eficaz de un desinfectante de cloro en la zona de disipación 2, de modo que se mantenga al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l de cloro libre en el volumen de agua contenido en la zona de disipación 2; inyectar agua en la zona de disipación por medio de una o más boquillas de entrada que, junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, permitan generar un patrón de disipación del volumen de agua contenido en la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1, y en donde la zona de disipación 2 se configura y dispone para que permita un Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) de hasta 30 minutos.

De acuerdo con otros aspectos según el método descrito en el párrafo anterior, la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación 2 no están separadas por una barrera física y la relación entre el volumen de agua dentro de la zona de disipación y el volumen de agua dentro de la zona de sedimentación es de 1:2 a 1:40. El método comprende además diseñar la zona de sedimentación de modo que, como media diaria, no más del 20 % del número total de bañistas que utilizan la gran masa de agua estén presentes en la zona de sedimentación 1, y en donde la zona de sedimentación 1 esté destinada principalmente a fines de contacto recreativo secundario no directo; comprende además diseñar la zona de disipación para fines de contacto directo como la natación; y/o comprende además diseñar la zona de disipación de modo que, como media diaria, el 80 % o más de los bañistas que utilizan la masa de agua de gran tamaño estén presentes en la zona de disipación 2.

Se apreciará que las masas de agua grandes con los cuales se pueden utilizar los principios de la presente invención incluyen los cuerpos de agua existentes (tales como lagos de natación) o los cuerpos de agua que se construyen. De

acuerdo con un segundo aspecto no reivindicado de la invención, se proporciona un sistema para establecer una gran masa de agua adecuada para fines recreativos de contacto directo, cubriendo la gran masa de agua del tipo al menos 3.000 m², y teniendo una periferia 12 y un fondo, que comprende: una zona de sedimentación 1 situada dentro de una parte de la gran masa de agua 3 y a lo largo de una parte de la periferia 12; un sistema para dosificar productos químicos 19 dentro de la zona de sedimentación dispuesto y configurado para aplicar: i) agentes desinfectantes en el volumen de agua dentro de la zona de sedimentación para alcanzar un índice CT de al menos 42 cada 72 horas, donde C se define como la concentración y T se define como el tiempo mínimo de contacto, y ii) agentes floculantes en la zona de sedimentación que ayudan en el proceso de sedimentación de los diferentes microorganismos, parásitos y protozoos presentes en la masa de agua e inactivados por el ciclo CT; una zona de disipación situada dentro de una parte de la gran masa de agua y a lo largo de una parte de la periferia 12; un sistema de dosificación de productos químicos 29 en la zona de disipación configurado para mantener un residuo de cloro permanente en el volumen de agua dentro del agua de la zona de disipación, en donde se mantiene al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l de cloro libre en el volumen de agua situado dentro de la zona de disipación; y una o más boquillas de entrada 26 a lo largo de la zona de disipación 2 dentro de la zona de disipación dispuestas y configuradas para inyectar agua a la zona de disipación, que junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, permiten generar un patrón de disipación de agua del volumen de agua dentro de la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1 y perturbar mínimamente el volumen de agua dentro de la zona de sedimentación, con lo que se minimiza la perturbación del proceso de sedimentación.

Las ventajas y características que caracterizan las invenciones se señalan con particularidad en las reivindicaciones anexas a la presente memoria y que forman parte de la presente memoria. Para una mejor comprensión de las invenciones, sin embargo, se debe hacer referencia a los dibujos que forman parte de la presente memoria y a la materia descriptiva adjunta, en la que se ilustran y describen las formas de realización preferidas de las invenciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con referencia a los dibujos, en donde números de referencia similares representan partes similares a lo largo de las diferentes vistas:

La Fig. 1 ilustra un ejemplo de forma de realización de una gran masa de agua que comprende dos zonas separadas, una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2.

La Fig. 2 ilustra un ejemplo de forma de realización de una gran masa de agua que incluye una zona de sedimentación 1 y dos zonas de disipación 2.

La FIG. 3 muestra una parte ampliada de la masa de agua de la Fig. 1 mostrando una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2 de la forma de realización.

Las Fig. 4A - 4G muestran una forma de realización de ejemplo de la invención en la que se ilustra el método de la invención.

La Fig. 5 ilustra de forma esquemática un diagrama de bloques funcional de los diversos componentes que se pueden utilizar en una forma de realización de la invención.

La Fig. 6 ilustra de forma esquemática una parte de la periferia 12 de una gran masa de agua en un área de la zona de disipación 2.

La Fig. 7 ilustra un método de forma realización utilizado en relación con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción detallada hace referencia a las figuras adjuntas. Aunque se pueda describir formas de realización de la invención, son posibles modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones. Por ejemplo, se pueden hacer sustituciones, adiciones o modificaciones a los elementos ilustrados en los dibujos, y los métodos descritos en la presente memoria se pueden modificar sustituyendo, reordenando o añadiendo fases a los métodos descritos. En consecuencia, la siguiente descripción detallada no limita el alcance de la invención.

La presente invención hace referencia a un método de bajo coste y sanitariamente eficiente para dotar a grandes masas de agua con dos zonas de tratamiento diferentes para fines recreativos de contacto directo.

El método de bajo coste y sanitariamente eficiente de la presente invención aborda las ineficiencias técnicas de las tecnologías de piscinas convencionales en el mantenimiento de condiciones seguras y sanitarias en las masas de agua combinando las características técnicas de una zona de disipación 2 para fines recreativos de contacto directo,

que tiene un patrón de disipación de agua particular y eficiente, así como una concentración mínima permanente de un desinfectante clorado, junto con una zona de sedimentación 1 que se destina principalmente a fines recreativos secundarios de contacto no directo, que no está separada físicamente de la zona de disipación 2 y se configura para inactivar, flocular y eliminar microorganismos peligrosos previamente disipados de la zona de disipación 2.

- 5 Según se describe en la presente memoria, los métodos de desinfección combinados, los patrones de difusión eficientes y la capacidad de sedimentación de las masas de agua de acuerdo con la presente invención crean entornos más seguros sin precedentes para fines recreativos acuáticos que no se han descrito ni aplicado antes y que resuelven las ineficiencias de las tecnologías de piscinas convencionales y las de las grandes masas de agua parcialmente tratadas, permitiendo por tanto la creación de masas de agua recreativas que minimizan el riesgo de infecciones
- 10 causadas por microorganismos (por ejemplo, como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros), resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste.

- 15 En el contexto de la presente invención, las actividades recreativas de contacto directo implican un contacto directo repetido o continuo de los bañistas con el agua, lo que implica un riesgo significativo de ingestión de agua, como la natación, el esquí acuático, el buceo, el surf y el vadeo por parte de los niños. Por otro lado, los usos recreativos de contacto secundario o sin contacto no implican el contacto directo de los bañistas con el agua y, por consiguiente, no implican un riesgo significativo de ingestión de agua, como la pesca o las actividades náuticas.

- 20 El método de la presente invención permite inactivar y/o eliminar contaminantes y/o microorganismos de grandes masas de agua, donde dichos microorganismos pueden proceder del aire, de fuentes de agua, de contaminación externa, o más probablemente de los bañistas que acceden a la masa de agua y que son portadores de dichos contaminantes.

Más concretamente, la presente invención hace referencia a un método de bajo coste y sanitariamente eficiente para proporcionar grandes masas de agua adecuadas para fines recreativos de contacto directo, en donde el método se define, entre otras cosas, por:

- 25 - designar una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2 en la gran masa de agua, ambas con configuraciones y métodos de tratamiento diferentes, en donde
- la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación 2 se sitúan dentro de la misma masa de agua 3, y no están separadas por una barrera física,
- 30 - la zona de sedimentación 1 puede tener una segunda finalidad (por ejemplo, además de funcionar como zona de sedimentación), que es una finalidad estética y está destinada principalmente a fines de contacto recreativo secundario no directo, por lo que se diseña para tener una densidad de bañistas inferior a la de la zona de disipación 2,
- la zona de disipación 2 se utiliza para fines de contacto directo, como la natación y el baño, y está diseñada para tener una alta densidad de bañistas,
- aplicar un método de desinfección basado en un índice CT en el volumen de agua de la zona de sedimentación 1,
- 35 - aplicar una cantidad eficiente de una composición floculante en la zona de sedimentación 1 que ayude a la sedimentación de diferentes microorganismos y/o contaminantes presentes en la zona de sedimentación 1, y en donde los flujos de agua y la circulación de agua dentro de la zona de sedimentación 1 se mantengan para permitir una sedimentación adecuada, preferiblemente los flujos de agua y la circulación de agua dentro de la zona de sedimentación 1 se mantengan al mínimo, con lo que se minimizan las perturbaciones en el proceso de sedimentación;
- 40 - mantener un residuo de cloro permanente en el volumen de agua de la zona de disipación 2, y
- inyectar agua a la zona de disipación 2 por medio de una o más boquillas de entrada que junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, permitan generar un patrón de disipación del volumen de agua dentro de la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1, y

en donde la zona de disipación 2 se configura para permitir un Índice de Reducción de la Contaminación (CRT).

- 45 Más concretamente, la presente descripción también describe un sistema para establecer una gran masa de agua 3 adecuada para fines recreativos de contacto directo, en donde el sistema comprende:

a) una zona de sedimentación 1 situada dentro de una parte de la gran masa de agua 3 y a lo largo de una parte de la periferia;

b) un sistema de dosificación de productos químicos a lo largo de la periferia dentro de la zona de sedimentación 1 dispuesto y configurado para aplicar:

i) agentes desinfectantes en el volumen de agua dentro de la zona de sedimentación 1 para alcanzar un índice CT de al menos 42 cada 72 horas, donde C se define como la concentración y T se define como el tiempo mínimo de contacto; y

ii) una composición floculante en la zona de sedimentación 1 que ayude en el proceso de sedimentación de los diferentes microorganismos, parásitos y protozoos presentes en la masa de agua e inactivados por el ciclo CT;

c) una zona de disipación 2 situada dentro de una parte de la gran masa de agua y a lo largo de una parte de la periferia;

d) una o más boquillas de entrada 26 a lo largo de la periferia dentro de la zona de disipación 2 dispuestas y configuradas para inyectar agua a la zona de disipación 2 para generar un patrón de difusión del volumen de agua dentro de la zona de disipación,

e) un sistema de dosificación de productos químicos 29 en la zona de disipación 2 configurado para mantener un residuo de cloro permanente en el volumen de agua situado dentro del agua de la zona de disipación, en donde se mantiene al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l en el volumen de agua situado dentro de la zona de disipación.

Las grandes masas de agua con las que se pueden poner en práctica los principios de la presente invención pueden ser masas de agua naturales o artificiales y pueden tener un área superficial de al menos 3.000 m², más preferiblemente de al menos 8.000 m² y aún más preferiblemente de al menos 12.000 m² y más preferiblemente de al menos 24.000 m².

Con referencia a la Figura 1, se designan dos zonas diferentes dentro de la gran masa de agua 3, una primera zona de sedimentación 1 y una segunda zona de disipación 2, ambas con diferentes configuraciones, métodos de desinfección, requisitos de limpieza y condiciones de disipación.

Ambas zonas se sitúan dentro de la misma gran masa de agua 3, y no están separadas por una barrera física, ya que la zona de disipación 2 está abierta a la zona de sedimentación 1. Ambas zonas se pueden delimitar mediante el uso de un medio o dispositivo de delimitación 4. Por consiguiente, en una forma de realización de la invención, un medio de delimitación 4 separa la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación 2. Los medios de delimitación 4 de acuerdo con la invención se pueden seleccionar del grupo que comprende una delimitación visual, banderas aéreas, una serie de boyas, una línea de flotación, una línea de delimitación, un cambio de pendiente, diferentes profundidades y combinaciones de los mismos, entre otros. En otras formas de realización, la ubicación aproximada de los medios de delimitación se puede establecer por otros medios como en un folleto, designaciones por señalización o reglas, un manual, una guía de usuario y por instrucciones escritas y/o verbales, entre otros.

De acuerdo con la invención, la relación entre el volumen contenido dentro de la zona de disipación 2 y el volumen contenido dentro de la zona de sedimentación 1 es preferiblemente 1:2, más preferiblemente 1:10, aún más preferiblemente 1:30 y más preferiblemente 1:40.

La zona de sedimentación 1 se configura para proporcionar tratamiento y sedimentación de contaminantes y/o microorganismos tales como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, con el fin de inactivarlos y eliminarlos de la masa de agua 3. La zona de sedimentación 1 incluye características específicas que permiten una sedimentación eficiente de los contaminantes y microorganismos en suspensión y evitar su resuspensión entre ellas: (a) tiene una profundidad definida, (b) está diseñada para tener una densidad limitada de bañistas, (c) incluye un tratamiento de desinfección basado en un índice CT, (d) incluye la aplicación de floculantes para ayudar a la sedimentación de microorganismos y/o contaminantes, y (e) tiene una superficie definida que asegura mantener una masa de agua en calma para minimizar los flujos de agua y la circulación de la misma que puedan interferir en el proceso de sedimentación. Las características anteriores se describen detalladamente a continuación:

a) Una profundidad definida: La zona de sedimentación 1 se diseña de modo que su profundidad permita una sedimentación eficaz de los microorganismos. En una forma de realización de la invención, la profundidad de la zona de sedimentación 1 es de al menos 1,8 metros en su punto más profundo, lo que contribuye a evitar que los bañistas pisen la superficie del fondo de la zona de sedimentación, lo que podría causar la resuspensión de microorganismos e impurezas que ya se han asentado en el fondo de la zona de sedimentación 1. En otras formas de realización de la invención, la profundidad de la zona de sedimentación 1 es de al menos 2 metros en su punto más profundo, y preferiblemente de al menos 2,2 metros en su punto más profundo.

b) Una densidad limitada de bañistas: La zona de sedimentación está destinada principalmente a fines recreativos secundarios no directos; y debido a su profundidad, los bañistas potenciales que quieran acceder y permanecer en

dicha zona tenderán a volver a la zona de disipación 2, que es adecuada para fines recreativos de contacto directo, y por consiguiente la zona de sedimentación 1 se diseña para que la densidad de bañistas en dicha zona de sedimentación esté limitada a menos del 20 % del total de bañistas presentes en la gran masa de agua 3 y más preferiblemente a menos del 10 % del total de bañistas presentes en la gran masa de agua 3. Dicho 20 % y 10 % del total de bañistas se calculan como media diaria, teniendo en cuenta el número total de bañistas que entran en la masa de agua 3.

c) Un tratamiento de desinfección basado en un índice CT: La zona de sedimentación 1 se trata en base a un índice CT, en donde el CT se puede determinar como el adecuado para inactivar la mayoría de microorganismos peligrosos como *Naegleria Fowleri*, *Giardia* o *Cryptosporidium*, entre otros. El tratamiento de desinfección basado en un índice CT requiere que la zona de sedimentación 1 sea tratada mediante la adición de agentes desinfectantes para alcanzar una concentración específica "C" durante un tiempo mínimo de contacto "T" en el volumen completo de agua de la zona de sedimentación 1. En una forma de realización preferida de la invención, se lleva a cabo un método de desinfección tal que se aplican agentes desinfectantes al volumen de agua contenido en la zona de sedimentación 1 para alcanzar un índice CT de al menos 42 cada 72 horas, ya que el mismo ha demostrado ser un índice CT que proporciona condiciones seguras y sanitarias para inactivar no sólo la *Naegleria Fowleri* sino otros microorganismos peligrosos que están presentes en las masas de agua recreativas. Es importante destacar que algunos microorganismos, como la *Naegleria Fowleri*, no sobreviven en agua de mar o agua salada. No obstante, si la masa de agua 3 de acuerdo con la presente invención contiene agua de mar, agua salada o una combinación de ellas, la zona de sedimentación 1 se configura en cualquier caso de modo que se apliquen agentes desinfectantes para lograr un índice CT de al menos 42 cada 72 horas. En otras formas de realización de la invención, los agentes desinfectantes se aplican para alcanzar un índice CT de acuerdo con cualquiera de los índices enumerados en la Tabla 1, u otros definidos en consecuencia, en un intervalo de tiempo de al menos 24 horas, preferiblemente de al menos 48 horas e incluso más preferiblemente de hasta 72 horas.

d) Aplicación de floculantes: La zona de sedimentación 1 se trata con una composición floculante que ayuda en el proceso de sedimentación de contaminantes y/o microorganismos que están presentes en la masa de agua y que pueden haber sido inactivados a través de los ciclos CT.

En una forma de realización de la invención, la composición floculante comprende uno o más agentes floculantes seleccionados del grupo que comprende floculantes orgánicos e inorgánicos. Preferiblemente, los agentes floculantes se seleccionan entre floculantes inorgánicos que comprenden polímeros sintéticos, polímeros catiónicos de amonio cuaternario, polímeros policatiónicos, sales de aluminio, óxido de calcio, hidróxido de calcio y mezclas de los mismos.

En una forma de realización de la invención, los agentes floculantes se seleccionan preferiblemente del grupo que comprende un floculante polimérico catiónico o aniónico y se añaden preferiblemente a la zona de sedimentación 1 al menos una vez cada 7 días a razón de 0,03 g a 3,0 g por m³ de volumen de agua de la zona de sedimentación 1.

e) Una gran superficie: La zona de sedimentación 1 tiene una gran superficie de al menos 1.500 m², preferiblemente de al menos 6.000 m² y aún más preferiblemente de al menos 10.000 m², lo que permite minimizar el efecto de los flujos de agua y la circulación del agua que pueden afectar a la resuspensión de los contaminantes sedimentados desde la superficie del fondo de la zona de sedimentación 1.

La zona de disipación 2 de acuerdo con la presente invención es adecuada para fines recreativos de contacto directo y se sitúa preferiblemente cerca de la periferia 12 de la masa de agua 3 y está abierta a la zona de sedimentación 1. La zona de disipación 2 es la zona designada para tener una alta densidad de bañistas. La zona de disipación 2 tiene características y condiciones específicas para proporcionar una desinfección continua al volumen de agua dentro de la zona de disipación 2 y para permitir una disipación eficaz del agua en la zona de sedimentación 1. Por consiguiente, la zona de disipación se define por las tres características técnicas principales siguientes:

a) Una desinfección continua: Se mantiene un residuo de cloro permanente en la zona de disipación 2, donde dicha zona se desinfecta de modo que se mantenga al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l en el volumen de agua contenido dentro de la zona de disipación. De acuerdo con la forma de realización principal de la invención, el cloro es el agente desinfectante preferido para ser aplicado en la zona de disipación, sin embargo, también se pueden utilizar otro tipo de desinfectantes que logran parámetros de desinfección adecuados, tales como bromo, ozono, sus derivados y mezclas de los mismos.

b) Una profundidad y geometría específicas: La zona de disipación 2 se diseña de modo que tiene un diseño y una profundidad adecuados para los bañistas que acceden y entran en la zona de disipación. En una forma de realización de la invención, la zona de disipación tiene una pendiente descendente y una profundidad de 1,4 metros en su punto más profundo. Preferiblemente, la zona de disipación comprende una pendiente descendente desde la periferia 12 hasta la superficie del fondo con un ángulo α que resulta en una pendiente de hasta el 15 % para lograr una entrada segura a la gran masa de agua, y de modo que sea adecuada para que los bañistas permanezcan en dicha zona. En

una forma de realización alternativa, la zona de disipación 2 se diseña de modo que tenga una profundidad de 1,6 metros en su punto más profundo, y más preferiblemente de 1,8 metros en su punto más profundo.

c) Una o más boquillas de entrada: La zona de disipación 2 comprende una o más boquillas de entrada 26 situadas dentro de dicha zona con el fin de proporcionar un flujo de agua hacia la zona de disipación 2, que junto con la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua en la masa de agua, provocarán el movimiento y renovación del agua de dicho volumen de agua contenido en la zona de disipación 2 que está abierta a la zona de sedimentación 1. En una forma de realización de la invención, la ubicación, el diseño y la configuración de la una o más boquillas de entrada 26 pueden variar para lograr diferentes tipos de patrones de renovación del agua dentro de la zona de disipación. La una o más boquillas de entrada 26 se pueden situar a lo largo de cualquier sección de la zona de disipación, como su periferia y/o centro. En una forma de realización particular, la una o más boquillas de entrada 26 se pueden configurar para añadir una cantidad eficiente de un desinfectante de cloro en la zona de disipación con el fin de mantener una concentración de cloro libre de al menos 0,5 mg/l, nivel de cloro libre que se describe en (a).

La zona de disipación 2 es la zona designada para tener una alta densidad de bañistas, donde al menos el 80 % y más preferiblemente al menos el 90 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de disipación 2 con una densidad máxima de 1 bañista por 2 m², preferiblemente una densidad máxima de 1 bañista por 4 m², más preferiblemente una densidad máxima de 1 bañista por 6 m² y más preferiblemente una densidad máxima de 1 bañista por 8 m². Dichos 80 % y 90 % se calculan como media diaria, teniendo en cuenta el número total de bañistas que entran en la masa de agua 3, y donde al menos el 80 % y más preferiblemente el 90 % de dichos bañistas se encuentran en la zona de disipación 2.

La combinación de los elementos zonales anteriores relativos a la profundidad, la geometría y una o más boquillas de entrada 26, junto con la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua en la masa de agua, provocarán el movimiento del agua y la disipación del volumen de agua contenido en la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1, además de proporcionar una desinfección continua dentro de dicha zona de disipación 2, según se ha descrito en (a).

Se ha encontrado sorprendentemente que el método de bajo coste y sanitario eficiente de la presente invención aborda las ineficiencias técnicas de las tecnologías de piscinas convencionales en el mantenimiento de condiciones seguras y sanitarias en grandes masas de agua mediante la combinación de las características técnicas de una zona de disipación 2 para fines recreativos de contacto directo, que tiene un patrón de disipación de agua particular y eficiente, así como una cantidad mínima permanente de un desinfectante, que, en caso de contaminación, pueda inactivar y disipar de forma segura y oportuna los microorganismos peligrosos a una zona de sedimentación 1 destinada principalmente a fines recreativos secundarios que no sean de contacto directo, en donde dicha zona de sedimentación 1 no esté separada físicamente de la zona de disipación 2 y que esté configurada para inactivar los microorganismos por medio de un método de desinfección CT, así como para flocularlos y eliminarlos de manera eficaz, segura y a bajo coste.

Actualmente no existen métodos o sistemas que puedan abordar las ineficiencias técnicas de las piscinas convencionales de una manera eficiente y de bajo coste para grandes masas de agua como las de la presente invención, que combinen los efectos de un patrón de disipación de agua eficiente y un estándar de desinfección mínimo en la zona destinada a fines recreativos de contacto directo, con una zona de sedimentación 1 que está configurada para inactivar, flocular y eliminar contaminantes y/o microorganismos peligrosos previamente disipados de una zona de disipación. Aunque algunas masas de agua más grandes, como los lagos de natación naturales, son capaces de recrear en cierta medida un patrón de disipación, carecen de las características técnicas de la presente invención, es decir: una zona de disipación 2 que tenga una concentración mínima permanente de un desinfectante y un patrón de disipación particular y eficiente, así como una zona de sedimentación 1 que combine la aplicación de un método de desinfección CT con la aplicación de agentes floculantes que permitan una inactivación y eliminación adecuadas de contaminantes y/o microorganismos para mantener una zona sanitaria y segura para fines de aguas recreativas.

Por consiguiente, los métodos de desinfección combinados, el patrón de difusión eficiente y la capacidad de sedimentación de las masas de agua de acuerdo con la presente invención crean entornos seguros sin precedentes para fines recreativos acuáticos que no se han descrito ni aplicado antes y que resuelven las ineficiencias de las tecnologías de piscinas convencionales y las de las grandes masas de agua parcialmente tratadas, permitiendo por tanto la creación de masas de agua recreativas que minimizan el riesgo de infecciones causadas por microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de una manera innovadora y a bajo coste.

Según se mencionó anteriormente, la zona de disipación 2 se configura para crear un patrón de difusión eficiente del volumen dentro de la zona de disipación 2 debido al efecto combinado de la una o más boquillas de entrada 26 que inyectan un flujo de agua en dicha zona junto con la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua de la masa de agua, lo que crea un flujo de agua y un patrón de difusión eficiente dentro de la zona de disipación 2 que obliga a dicho volumen de agua a salir

- de la zona de disipación 2 y cruzar a la zona de sedimentación 1. La circulación creada por la una o más boquillas de entrada 26 y la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua en la masa de agua, contribuyen a generar una tasa de disipación en dicha zona de disipación 2, ya que los flujos de agua que entran en dicha zona empujan al volumen de agua a salir de la zona de disipación 2 y llegar a la zona de sedimentación 1. Por consiguiente, existe un patrón de disipación que permite renovar el volumen de agua contenido dentro de la zona de disipación 2 en función de la configuración y capacidad de la una o más boquillas de entrada 26, de la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o de la distribución horizontal y vertical de la temperatura del agua en la masa de agua, así como de la presencia de una conexión hidráulica abierta con la zona de sedimentación.
- En algunas formas de realización de la invención, la masa de agua puede estar sujeta a vientos más fuertes que pueden influir en el patrón de disipación dentro de la zona de disipación. En tal caso, la circulación creada por la una o más boquillas de entrada dentro de la zona de disipación se puede ajustar según sea necesario para mantener un patrón de disipación adecuado. Por ejemplo, cuando los vientos influyen positivamente en el patrón de disipación dentro de la zona de disipación, el flujo de agua de la una o más boquillas de entrada se puede minimizar o suprimir por completo si el patrón de disipación creado por los vientos es suficiente para generar la disipación necesaria del volumen de agua de la zona de disipación a la zona de sedimentación. Por otro lado, cuando los vientos influyan negativamente en el patrón de disipación dentro de la zona de disipación, el flujo de agua de la una o más boquillas de entrada se puede ajustar para generar la disipación necesaria del volumen de agua de la zona de disipación a la zona de sedimentación.
- Esto supone una clara ventaja frente a las piscinas convencionales, ya que las piscinas no disponen de una zona de disipación 2 independiente para crear un patrón de disipación, por consiguiente en el método de la presente invención al combinar una concentración de desinfectante residual permanente y un patrón de disipación eficiente en la zona de disipación 2, dicha zona permite soportar un uso masivo de bañistas sin comprometer la calidad sanitaria de dicha zona debido a que en caso de contaminación, los microorganismos se pueden disipar de una forma más eficiente y segura frente a la piscina convencional.
- Al tener un patrón de disipación eficiente, cuando se produce un evento de contaminación, por ejemplo, contaminación aportada por nuevos bañistas con microorganismos infecciosos o por otros medios, dicha contaminación se puede disipar desde la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1 para su inactivación y/o eliminación. En el contexto de la invención, se entiende por evento de contaminación cualquier evento en el que se introduzcan en la masa de agua sustancias orgánicas o inorgánicas que supongan un riesgo para la salud de los bañistas o microorganismos.
- El patrón de disipación eficiente de la presente invención es diferente al de las piscinas convencionales, donde cualquier contaminación traída por nuevos bañistas infectados o por un evento de infección puede permanecer en el mismo volumen de agua confinada durante horas o incluso más tiempo antes de ser eliminada o inactivada adecuadamente, causando un riesgo potencial para otros bañistas. Según se ha mencionado anteriormente, algunos microorganismos son muy resistentes a los métodos convencionales de filtración y desinfección de las piscinas y, por consiguiente, pueden sobrevivir muchas horas o incluso días dentro del volumen de agua de la piscina antes de ser eliminados.
- Es importante mencionar que, aunque el método y el sistema de la presente invención no requieren filtrar todo el volumen de agua a ritmos de piscina convencionales (es decir, de una a seis veces al día), el uso de sistemas de filtración convencionales se puede utilizar como tratamiento adicional a la masa de agua. Dicho uso se puede deber a requisitos reglamentarios locales o a decisiones del propietario o promotor. El uso de un sistema de filtración convencional de la masa de agua es compatible con el método y el sistema de la presente invención, sin embargo, los flujos de agua en la zona de sedimentación deben permitir la sedimentación adecuada de las partículas. Dicho uso de un sistema de filtración convencional como tratamiento adicional a la masa de agua, sin embargo, puede implicar mayores costes de construcción y operación y por consiguiente se puede implementar en masas de agua que tengan un volumen preferiblemente de hasta 50.000 m³.
- Además, aunque no se requiere mantener un nivel permanente de cloro libre en la zona de sedimentación, dichos niveles pueden ser requeridos por regulaciones locales o por decisiones del propietario, que no son incompatibles con el método y sistema de la presente invención.
- El nivel de cloro permanente en la zona de disipación 2 se puede conseguir mediante el uso de pastillas de cloro, aplicando cloro diluido a través de la una o más boquillas de entrada 26 situadas en la zona de disipación 2, o añadiendo manualmente cloro a dicha zona en una cantidad eficaz para mantener al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l.
- En una forma de realización de la invención, el agua inyectada en la zona de disipación 2 a través de la una o más boquillas de entrada 26 se trata con luz ultravioleta (UV).

En una forma de realización de la invención, la masa de agua comprende varias zonas de disipación 2 independientes, preferiblemente situadas a lo largo de la periferia 12 de la masa de agua 3 y abiertas a la zona de sedimentación 1, en donde las zonas de disipación 2 se utilizan para nadar, bañarse y otros fines recreativos de contacto directo, mientras que la zona de sedimentación 1 tiene una finalidad estética y está destinada principalmente a fines recreativos secundarios de contacto no directo.

Para la zona de sedimentación 1, una limpieza diaria de la superficie del fondo para eliminar partículas sedimentadas y restos caídos no es esencial, ya que dicha zona puede tener un aspecto más natural como los lagos y lagunas naturales donde la superficie del fondo puede tener una tonalidad más oscura que el fondo en la zona de disipación 2. En una forma de realización preferida de la invención, la superficie del fondo de la zona de sedimentación 1 se limpia al menos una vez cada 7 días. Sin embargo, se pueden emplear otros períodos de tiempo. En una forma de realización de la invención, se proporciona un dispositivo de limpieza de la superficie inferior para limpiar una superficie del fondo.

La zona de disipación 2 requiere una limpieza periódica de la superficie del fondo para mantener la superficie del fondo de dichas zonas libre de partículas que puedan generar un impacto estético, de seguridad o sanitario en el agua. Asimismo, dicha zona se debe limpiar periódicamente para evitar cualquier resuspensión de microorganismos sedimentados. En una forma de realización preferida de la invención, la superficie del fondo de la zona de disipación 2 se limpia al menos una vez cada 72 horas. Sin embargo, se pueden emplear otros períodos de tiempo.

En una forma de realización de la invención, la zona de sedimentación 1 está limitada a una densidad aún menor de bañistas, inferior al 10 % del total de bañistas presentes en la gran masa de agua 3. En otras formas de realización preferidas, la zona de sedimentación 1 no permite la presencia de bañistas con fines recreativos de contacto directo y se configura para permitir únicamente la práctica de deportes acuáticos con fines de contacto secundario.

La relación entre el volumen contenido dentro de la zona de disipación 2 y el volumen contenido dentro de la zona de sedimentación 1 es preferiblemente 1:2, más preferiblemente 1:10, aún más preferiblemente 1:30 y más preferiblemente 1:40, en donde dicha relación se calcula como la suma de todos los volúmenes de agua contenidos dentro de las zonas de disipación 2, dividida por el volumen de agua de la zona de sedimentación 1.

En una forma de realización de la invención, el agua procedente de la zona de sedimentación 1 y que ya ha sido tratada, se puede extraer de la zona de sedimentación 1 y enviarse a la zona de disipación 2. Dicha agua se puede mezclar parcial o totalmente con agua de reposición.

Además de minimizar el riesgo de crecimiento de microorganismos, la presente invención también elimina partículas y contaminantes susceptibles de floculación. En una forma de realización de la invención, los agentes floculantes se pueden seleccionar del grupo que comprende floculantes orgánicos e inorgánicos. Preferiblemente, los agentes floculantes se seleccionan entre floculantes inorgánicos que comprenden polímeros sintéticos, polímeros catiónicos de amonio cuaternario, polímeros policatiónicos, sales de aluminio, óxido de calcio, hidróxido de calcio y mezclas de los mismos. Preferentemente, los floculantes añadidos a la zona de sedimentación 1 se seleccionan del grupo que comprende un floculante polimérico catiónico o aniónico y mezclas de los mismos y se añaden preferiblemente a la zona de sedimentación 1 al menos una vez cada 7 días a razón de 0,03 g a 3,0 g por m³ de volumen de agua de la zona de sedimentación 1.

Pasando ahora a la Fig. 5, se muestra un diagrama de bloques funcional que ilustra los diversos componentes que se pueden utilizar en relación con una forma de realización de la presente invención. La gran masa de agua se muestra en la designación 3. Se apreciará que, aunque la forma de la masa de agua en la Fig. 5 se muestra con forma de cuatro lados, la forma es sólo ilustrativa. Otras formas de las formas de realización se ilustran en las Fig. 1-3. La zona de sedimentación 1 y la zona de disipación 2 se muestran como partes designadas de la gran masa de agua 3. El límite de los medios de delimitación 4, que no es una barrera física, se muestra en el punto de encuentro o intersección de la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación 2. La periferia 12 se extiende alrededor del borde de la gran masa de agua 3.

El agua de entrada a la bomba 25 procede de la zona de disipación 2, el agua tratada de la zona de sedimentación 1, y cualquier agua de reposición necesaria o deseada del bloque 27. La cantidad de agua procedente de las distintas ubicaciones se puede ajustar en función del establecimiento de la corriente/flujo apropiado dentro de la gran masa de agua 3, y de la evaporación, entre otros factores. La bomba 25 suministra agua a la una o más boquillas de entrada 26, que junto con la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua de la masa de agua, establecen la corriente o flujo (indicado por las varias flechas 14) desde la zona de disipación 2 a la zona de sedimentación 1. El sistema de dosificación de productos químicos 29 suministra productos químicos a la bomba 25 y, opcionalmente, suministra productos químicos directamente a la zona de disipación 2.

El sistema de dosificación de productos químicos 19, que comprende una o más boquillas de entrada, suministra los productos químicos necesarios a la zona de sedimentación 1. Por ejemplo, el sistema de dosificación de productos químicos 19 suministra el desinfectante necesario para el ciclo CT deseado y la composición floculante. El sistema de dosificación de productos químicos 19, que comprende una o más boquillas de entrada, se puede extender a longitudes o posiciones adicionales a lo largo de la periferia 12 para el tratamiento en función del tamaño de la gran masa de agua 3. El agua tratada también se puede extraer de la zona de sedimentación 1 a través de una bomba 30 a la bomba 25 o al sistema de dosificación de productos químicos 19.

Con referencia ahora a la Fig. 6, se ilustra una sección transversal esquemática de una parte de la zona de disipación 2. La periferia 12 se muestra como la demarcación entre la orilla o borde 15 y el agua dentro de la gran masa de agua 3. La pendiente descendente desde la periferia 12 hasta la superficie del fondo tiene preferiblemente un ángulo α que da como resultado una pendiente de hasta el 15 %. Esto proporciona una entrada en el agua 16 desde la orilla 15 que es segura y generalmente cómoda para los bañistas que entran en el agua.

El Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) es un índice calculado en base a un protocolo estandarizado desarrollado en la presente descripción para representar las condiciones de seguridad y sanitarias de una masa de agua tratada de acuerdo con el método de la invención.

En el contexto de la invención, el Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) es un Índice que determina el tiempo en minutos necesario para disipar una muestra de una solución acuosa fuera de una zona de agua definida. En particular, el Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) indica el tiempo en minutos contado a partir del momento en que una muestra de una solución teñida se añade a un punto particular dentro de una zona de disipación 2 hasta que la solución teñida se disipa y no se puede detectar visualmente en dicha zona de disipación 2.

El Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) representa de manera justa el tiempo que necesitará un contaminante acuoso introducido por un bañista o por otros medios en una zona de disipación 2 para ser disipado fuera de dicha zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1. Por consiguiente, el CRI es una norma adecuada y objetiva para evaluar la capacidad de dicha zona de agua para disipar un contaminante en un corto intervalo de tiempo en la zona de sedimentación 1, en donde dicho contaminante puede ser posteriormente inactivado, floculado y eliminado de la zona de sedimentación 1, manteniendo por tanto las condiciones sanitarias y de seguridad en caso de un evento de contaminación.

El CRI, que cuenta el tiempo desde el momento en que la muestra de una solución teñida específica se añade a la zona de disipación 2 hasta que la misma no se puede detectar visualmente en dicha zona de disipación 2, depende de varios factores. En el contexto de la presente invención, el CRI de la zona de disipación 2 está influenciado principalmente por: la presencia de una conexión abierta a una zona de sedimentación 1, la disposición de una o más boquillas de entrada que inyectan un flujo de agua en la zona de disipación 2 y la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias horizontales y verticales de temperatura del agua de la masa de agua.

En una forma de realización preferida de la invención, la zona de disipación 2 se configura para permitir un Índice de Reducción de Contaminación (CRI) de hasta 30 minutos, más preferiblemente de hasta 25 minutos, más preferiblemente de hasta 20 minutos y aún más preferiblemente de hasta 15 minutos y aún más preferiblemente de hasta 10 minutos.

El CRI se puede determinar de varias maneras, a partir de datos y análisis cualitativos y/o cuantitativos.

En una forma de realización, la información relativa al tiempo necesario para completar la disipación de una muestra de solución tintada se puede obtener cualitativamente mediante inspección visual, métodos basados en la experiencia o proyecciones estimadas. En otra forma de realización, la información relativa al tiempo requerido para completar la disipación de una muestra de una solución tintada se puede obtener a partir de uno o más dispositivos de supervisión manuales o automáticos.

El protocolo estandarizado para determinar el Índice de Reducción de Contaminación (CRI) de acuerdo con la presente invención comprende evaluar el tiempo requerido para que una zona de agua (una zona de disipación 2) de 144 m³ disipe 7 l de una solución acuosa teñida que comprende 30 g/l de carmín (rojo natural 4) y 77 g/l de NaCl fuera de dicha zona de agua hasta que la solución teñida no sea detectable visualmente en dicha zona de agua. Mientras se realiza la prueba, y para asegurar la detección visual de la solución tintada en la zona de disipación 2, la zona de agua debe estar libre de agentes químicos que puedan reducir la detección del colorante, como el cloro y otros agentes desinfectantes. Una vez finalizada la prueba, se deberán restablecer los agentes químicos de acuerdo con las especificaciones de la zona de disipación 2.

El Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) proporciona, por consiguiente, una proyección objetiva de los patrones de disipación eficiente del agua de la zona de disipación 2 de acuerdo con la presente invención, que

combinada con una concentración mínima permanente de desinfectante así como con una conexión abierta a una zona de sedimentación 1 que está configurada para inactivar, flocular y eliminar microorganismos peligrosos, entre otros factores, permite proporcionar condiciones seguras y sanitarias para grandes masas de agua con fines recreativos de contacto directo.

5 Los métodos de desinfección combinados, el patrón de difusión eficiente y la capacidad de sedimentación de las masas de agua de acuerdo con la presente invención crean entornos seguros sin precedentes para fines recreativos acuáticos que no se han descrito ni aplicado antes y que resuelven las ineficiencias de las tecnologías de piscinas convencionales y las de las grandes masas de agua parcialmente tratadas, permitiendo por tanto la creación de masas de agua recreativas que minimizan el riesgo de infecciones causadas por microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste.

Además de lo anterior, el método de la presente invención también permite reducir los costos en comparación con los sistemas y métodos convencionales de piscinas, donde por ejemplo una piscina convencional de 2 hectáreas requeriría un costo anual de operación de hasta 1,9 MM US\$ considerando el uso de químicos y de electricidad, mientras que el método de la presente invención conllevaría un costo anual de operación de menos de 140.000 US\$ (considerando también los costos de productos químicos y energía) hasta un 90 % de reducción en los costos anuales de mantenimiento.

Además, el método de la presente invención permite minimizar el riesgo de contaminación por microorganismos que las tecnologías actuales no son capaces de tratar. Según se mencionó anteriormente, las tecnologías actuales de piscinas o de tratamiento parcial de masas de agua artificiales no han sido capaces de proveer de forma eficiente un alto efecto sanitario y no han sido capaces de inactivar y/o eliminar los microorganismos que causan enfermedades en aguas recreativas u otras infecciones que podrían incluso llevar a desenlaces fatales. Por otro lado, el método de la presente invención, además de tener bajos costos de capital y operación, permite inactivar y/o eliminar microorganismos de masas de agua recreativas de una manera innovadora, generando un nuevo concepto de saneamiento de agua a bajo coste.

Utilizando el método de la presente invención, se logran condiciones óptimas de sedimentación y sanitarias, donde la zona de sedimentación 1 se diseña para sedimentar de forma eficiente los microorganismos contenidos dentro de dicho volumen de agua de la zona de sedimentación 1, y donde la zona de disipación 2 permite mantener condiciones seguras y sanitarias para una alta densidad de bañistas a bajo coste.

30 con referencia a la Fig. 7, se proporciona una visión general de las etapas designadas en 700 en una forma de realización de acuerdo con los principios de la invención. Además, las etapas ilustradas en la Fig. 7 no requieren que las etapas se lleven a cabo en el orden mostrado.

En primer lugar, en la etapa 701, se designan una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2 dentro de la misma gran masa de agua 3. Las dos zonas no están separadas por una barrera física y la proporción entre el volumen de agua contenida dentro de la zona de disipación 2 y el volumen contenido dentro de la zona de sedimentación 1 es de 1:2 a 1:40. Además de funcionar para la desinfección y la sedimentación, la zona de sedimentación 1 también tiene una finalidad estética y se utiliza principalmente para la práctica de deportes acuáticos con fines secundarios de contacto. Por consiguiente, se diseña para tener una densidad de bañistas inferior a la de la zona de disipación 2, en donde, como media diaria, no más del 20 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de sedimentación 1. La zona de disipación 2 se utiliza para fines de contacto directo, como la natación y el baño. Se diseña para tener una alta densidad de bañistas, en donde, como media diaria, al menos el 80 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de disipación 2 con una densidad máxima de 1 bañista por 2 m².

A continuación, en el bloque 702, se aplica al volumen de agua de la zona de sedimentación 1 un método de desinfección basado en un índice CT. El índice CT requiere que la zona de sedimentación 1 sea tratada mediante la adición de agentes desinfectantes para alcanzar una concentración específica "C" del desinfectante durante un tiempo de contacto mínimo "T" en el volumen de agua completo de la zona de sedimentación 1. El método de desinfección se lleva a cabo de tal forma que los agentes desinfectantes se aplican al volumen de agua contenido en la zona de sedimentación 1 para alcanzar un índice CT de al menos 42 cada 72 horas.

50 En el bloque 703, se aplica en la zona de sedimentación 1 una cantidad eficaz de una composición floculante. El floculante ayuda en la sedimentación de diferentes microorganismos y/o contaminantes que están presentes en la zona de sedimentación 1. Los flujos de agua y la circulación de agua dentro de la zona de sedimentación 1 se mantienen preferiblemente a para permitir una sedimentación adecuada.

En el bloque 704, se mantiene un residuo de cloro permanente en el volumen de agua de la zona de disipación 2 añadiendo una cantidad eficiente de cloro de modo que se mantenga un nivel de al menos 0,5 mg/l de cloro libre en el volumen de agua contenido dentro de la zona de disipación 2.

- 5 En el bloque 705, se inyecta agua en la zona de disipación por medio de una o más boquillas de entrada que, junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, permiten generar un patrón de disipación del volumen de agua dentro de la zona de disipación 2 hacia la zona de sedimentación 1. La zona de disipación 2 se configura para permitir un índice de Reducción de Contaminación (CRI) de hasta 30 minutos.

EJEMPLO I

Para demostrar el efecto técnico de la presente invención, se realizaron las siguientes pruebas:

- 10 La figura 3 muestra una masa de agua 3 que tiene una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación 2 de acuerdo con la presente invención, en donde la zona de disipación 2 comprende un sistema de boquillas y tiene una concentración de cloro residual de aproximadamente 0,5 mg/l. La figura 2 muestra la ubicación estimada de los medios de delimitación 4, representados como una línea de puntos, que no es una barrera física y también representa una piscina adyacente (pero completamente independiente) (7) con tecnología de piscina convencional, es decir, que no
15 tiene zonas separadas de disipación 2 y sedimentación 1 de acuerdo con la presente invención.

- La Figura 4A muestra que en $t = 0$, 7 l de una solución teñida de rojo (5) que comprende 30 g/l de un colorante rojo natural 4 y 77 g/l de NaCl se añadieron directamente en un punto situado en la zona de disipación 2 de la masa de agua 3 con el fin de determinar el CRI de dicha zona y emular, por ejemplo, el comportamiento de una contaminación fecal acuosa u otro tipo de contaminación introducida en la zona de disipación 2, que es la zona que se utiliza
20 principalmente para nadar, bañarse y con fines recreativos de contacto directo. La figura 4A también muestra que se añadió una cantidad equivalente de una segunda solución teñida de rojo (6) en un punto dentro de la piscina adyacente (7).

En $t = 0$, las boquillas de agua de la zona de disipación 2 se activaron mientras que los sistemas de recirculación estándar de la piscina (7) funcionaban de acuerdo con sus parámetros de funcionamiento estándar.

- 25 A $t = 5$ minutos (Figura 4B), se observa que la solución teñida de rojo se disipa rápidamente en la zona de sedimentación 1 mientras que en la piscina (7) la presencia de la solución teñida de rojo no parece haber disminuido desde $t = 0$.

- A $t = 10$ minutos y a $t = 16$ minutos (Figura 4C y 4D, respectivamente) había significativamente menos presencia visible de la solución teñida de rojo (5) en la zona de disipación 2 mientras que la piscina (7) todavía mostraba una cantidad
30 sustancial de la solución teñida de rojo (6).

A $t = 20$ minutos y a $t = 25$ minutos (Figura 4E y 4F, respectivamente), la solución teñida de rojo (6) seguía visiblemente presente en la piscina (7), mientras que no se detectó visiblemente la presencia de la solución teñida de rojo (6) en la zona de disipación 2. La figura 3G muestra que a $t = 60$, la solución teñida de rojo (6) está visiblemente presente en la piscina (7).

- 35 Al finalizar la prueba, se determinó que la zona de sedimentación 2 del ejemplo tenía un CRI de 20 minutos mientras que la piscina (7) tenía un CRI de 100 minutos, representando ambos índices el tiempo en minutos hasta que no se detectaba visualmente la presencia de la solución teñida de rojo.

- Lo anterior permite predecir que en caso de producirse un evento de contaminación (por ejemplo, una contaminación fecal acuosa u otro tipo de contaminación) en una masa de agua de acuerdo con la presente invención, la zona de
40 disipación 2, junto con la influencia natural de las corrientes de agua producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura en la masa de agua, es capaz de disipar de forma segura y eficiente dicha contaminación que podría comprender microorganismos peligrosos en una zona de sedimentación 1 para su posterior inactivación, floculación y eliminación en un corto período de tiempo, minimizando por tanto el riesgo de que los bañistas se infecten por
45 microorganismos peligrosos. Además, dado que la zona de disipación 2 se configura para tener una concentración de cloro libre residual de al menos 0,5 mg/l, dicha zona de disipación 2 puede soportar un uso masivo de bañistas sin comprometer la calidad sanitaria de dicha zona debido a que en caso de contaminación, los microorganismos pueden ser disipados de una manera más eficiente y segura en comparación con las piscinas convencionales manteniendo al mismo tiempo unas condiciones seguras y sanitarias en la zona de disipación 2 que es la zona que se utiliza para
50 fines recreativos de contacto directo. En el mismo escenario, cuando se produce una contaminación fecal o trazas de la misma portadoras de microorganismos peligrosos en una piscina convencional (7), la contaminación permanecería durante un periodo prolongado en el volumen de agua, aumentando el riesgo de que los bañistas se infecten por dichos microorganismos peligrosos.

Por consiguiente, se ha demostrado que los métodos de desinfección combinados, el patrón de difusión eficiente y la capacidad de sedimentación de las masas de agua de acuerdo con la presente invención crean entornos sin precedentes y más seguros para fines recreativos acuáticos en comparación con las tecnologías de piscinas, permitiendo por tanto la creación de masas de agua recreativas que minimizan el riesgo de infecciones causadas por microorganismos tales como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de una manera innovadora y a bajo coste.

EJEMPLO II

Un lago artificial construido en Florida (Estados Unidos), con una superficie total de aproximadamente 7 acres (2,8 hectáreas), se contaminó gravemente durante el proceso de llenado con agua debido a la presencia de un montón de arena cercano que contenía materia orgánica que fue arrastrada al lago. Tras realizar pruebas de laboratorio, se identificaron en el agua microorganismos peligrosos, en particular ooquistes de *Cryptosporidium*, que seguían presentes en el agua incluso después de varias semanas de que se produjera la contaminación.

El método de acuerdo con la presente invención se aplicó al lago artificial.

El lago artificial se diseñó para que incluyera dos zonas diferentes: una zona para fines recreativos de contacto directo, denominada zona de disipación 2, y una segunda zona para fines recreativos de contacto secundario, es decir, como para fines estéticos y para la práctica de deportes acuáticos, denominada zona de sedimentación 1. La relación de volumen entre la zona de disipación y la zona de sedimentación se diseñó para que fuera de aproximadamente 1:6 y la zona de sedimentación 1 comprendía una profundidad de 2 metros en su punto más profundo, lo que permitía una sedimentación eficaz de los microorganismos.

Se aplicaron los siguientes parámetros al lago artificial:

- Se añadió hipoclorito sódico en la zona de disipación 2 con el fin de alcanzar una concentración residual de cloro permanente de al menos 0,5 mg/l de cloro libre.
- Se activaron boquillas situadas en la periferia 12 de la zona de disipación con un flujo de agua medio de 30 m³/hora.
- Se aplicó un tratamiento de desinfección basado en CT añadiendo cloro a la zona de sedimentación 1 con el fin de alcanzar un índice CT de 42 durante un intervalo de 72 horas en la zona de sedimentación 1.
- Se añadió a la zona de sedimentación 1 una composición que comprendía un polímero catiónico floculante, de modo que se incorporaron 1,5 g/m³ de volumen de agua en un período de 7 días.
- Los flujos de agua se mantuvieron al mínimo en la zona de sedimentación 1, con lo que se minimiza la perturbación del proceso de sedimentación.

Tras la aplicación del método de la presente invención, se realizaron pruebas de laboratorio y no se identificaron ooquistes de *Cryptosporidium*, resultado que se confirmó en dos pruebas posteriores según se resume en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Ubicación de la muestra	Apariencia	Olor	pH	Ooquistes de <i>Cryptosporidium</i>
Zona de sedimentación 1	Clara	No	8,28	No detectado
Línea de dosificación Zona de disipación 2	Clara	No	8,30	No detectado

Además, según se muestra en la siguiente Tabla 3, todas las muestras de agua cumplieron incluso con estándares de calidad de agua físicoquímicos y microbiológicos más estrictos como la Norma Chilena NCh 409/1 2005 (Agua Potable) para requerimientos de agua.

Tabla 3

Norma NCh 409/1 2006		Ubicación de la muestra	Ubicación de la muestra
Prueba	Estándar	Zona de sedimentación 1	Línea de dosificación Zona de disipación 2
Turbidez (NTU)	< 20	0,8	0,5
Color verdadero (Pt - Co)	< 20	< 5	< 5
Bacterias coliformes totales NMP/100ml	Exento	< 2	< 2
Escherichia NMP/100ml	Coli Exento	< 2	< 2
* < 2 = indetectable			

- 5 Este ejemplo confirma que el método de acuerdo con la presente invención proporciona un método de bajo coste y sanitariamente eficiente para dotar a grandes masas de agua de dos zonas de tratamiento diferentes para fines recreativos de contacto directo, que permite minimizar el riesgo de crecimiento de microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste.
- 10 Los métodos de desinfección combinados, el patrón de difusión eficiente y la capacidad de sedimentación de las masas de agua de acuerdo con la presente invención crean entornos seguros sin precedentes para fines recreativos acuáticos que no se han descrito ni aplicado antes y que resuelven las ineficiencias de las tecnologías de piscinas convencionales y las de las grandes masas de agua parcialmente tratadas, permitiendo por tanto la creación de masas de agua recreativas que minimizan el riesgo de infecciones causadas por microorganismos como bacterias, protozoos, amebas, microalgas y parásitos, entre otros, resolviendo por tanto las ineficiencias de los métodos y sistemas actuales de manera innovadora y a bajo coste.
- 15 Aunque se han descrito algunas formas de realización de la invención, pueden existir otras. Aunque la memoria descriptiva incluye una descripción detallada y dibujos asociados, el alcance de la invención se indica mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para proporcionar grandes masas de agua adecuadas para fines recreativos de contacto directo, teniendo la gran masa de agua una superficie de al menos 3.000 m², comprendiendo el método:

- 5 - designar una zona de sedimentación 1 y una zona de disipación (2) en la gran masa de agua, ambas con configuraciones y métodos de tratamiento diferentes, en donde:
 - la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación (2) se sitúan dentro de la misma masa de agua 3, y no están separadas por una barrera física, en donde la relación entre el volumen de agua contenido dentro de la zona de disipación (2) y el volumen contenido dentro de la zona de sedimentación 1 es de 1:2 a 1:40;
 - 10 - la zona de sedimentación 1 tiene una finalidad estética y se utiliza principalmente para actividades recreativas sin contacto, como la pesca o la navegación, que no implican el contacto directo de los bañistas con el agua y, por consiguiente, no suponen un riesgo significativo de ingestión de agua, en donde la zona de sedimentación se diseña para tener una densidad de bañistas inferior a la de la zona de disipación (2), en donde, como media diaria, no más del 20 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de sedimentación 1;
 - 15 - la zona de disipación (2) se utiliza para actividades recreativas de contacto directo, como natación, esquí acuático, buceo, surf y vadeo, que implican un contacto directo repetido o continuo de los bañistas con el agua, con un riesgo significativo de ingestión de agua, y se diseña para tener una alta densidad de bañistas, en donde, como media diaria, al menos el 80 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de disipación (2) con una densidad máxima de 1 bañista por 2 m²;
 - 20 - aplicar un método de desinfección basado en un índice CT en el volumen de agua de la zona de sedimentación 1, en donde el índice CT requiere que la zona de sedimentación 1 sea tratada añadiendo agentes desinfectantes para alcanzar una concentración específica "C" del desinfectante durante un tiempo mínimo de contacto "T" en el volumen de agua de la zona de sedimentación 1, y en donde el método de desinfección se lleva a cabo de tal forma que los agentes desinfectantes se aplican al volumen de agua contenido en la zona de sedimentación 1 para alcanzar un
25 índice CT de al menos 42 mg*min/l cada 72 horas;
 - aplicar una cantidad eficaz de una composición floculante en la zona de sedimentación 1 que ayude a la sedimentación de los diferentes microorganismos y/o contaminantes presentes en la zona de sedimentación 1, y en donde los flujos de agua y la circulación de agua dentro de la zona de sedimentación 1 se mantengan para permitir una sedimentación adecuada;
 - 30 - mantener un residuo de cloro permanente en el volumen de agua de la zona de disipación (2) mediante la adición de una cantidad eficaz de cloro, de modo que se mantenga al menos un nivel de cloro libre de 0,5 mg/l en el volumen de agua contenido en la zona de disipación (2);
 - inyectar agua a la zona de disipación (2) por medio de una o más boquillas de entrada 26 que junto con las corrientes naturales producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura del agua, tenga la capacidad de generar un patrón de disipación del volumen de agua dentro de la zona de disipación (2) hacia la zona de sedimentación 1, y
35 en donde la zona de disipación (2) se dispone y configura para permitir un Índice de Reducción de la Contaminación (CRI), en donde el CRI se determina basándose en un protocolo estandarizado que comprende la evaluación del tiempo necesario para que una zona de agua de 144 metros cúbicos disipe 7 Litros de una solución tintada que comprende 30 g/l de carmín y 77 g/l de NaCl fuera de la zona de agua de tal forma que la solución tintada no se pueda
40 detectar visualmente dentro de dicha zona de agua, que tiene en cuenta las conexiones abiertas a la zona de sedimentación (1), el flujo de agua inyectado por las boquillas de entrada y las corrientes naturales de agua producidas por los vientos y/o las diferencias de temperatura dentro de la masa de agua, estando la zona de disipación (2) dispuesta y configurada para mantener un CRI de hasta 30 minutos.
 - 45 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de sedimentación 1 y la zona de disipación (2) se delimitan mediante medios de delimitación (4).
 - 3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los medios de delimitación (4) se seleccionan del grupo que comprende: una delimitación visual, una línea de flotación, una línea de delimitación, banderas aéreas, boyas, un cambio de pendiente, diferente profundidad y combinaciones de los mismos.
 - 50 4. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los medios de delimitación (4) se establecen por medio de un folleto, designaciones por señalización o normas, un manual, una directriz de usuario y mediante instrucciones escritas y/o verbales, entre otros.

5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la profundidad de la zona de sedimentación 1 es de al menos 1,8 metros en su punto más profundo, en donde se establece una profundidad eficaz para la sedimentación de los microorganismos y contaminantes y se minimizan las molestias de los bañistas.
- 5 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de sedimentación 1 tiene una superficie de al menos 1.500 m², preferiblemente de al menos 6.000 m² y aún más preferiblemente de al menos 10.000 m².
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición floculante comprende uno o más agentes floculantes seleccionados del grupo que incluye polímeros sintéticos, polímeros catiónicos de amonio cuaternario, polímeros policatiónicos, sales de aluminio, óxido de calcio, hidróxido de calcio y mezclas de los mismos.
- 10 8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los agentes floculantes se seleccionan del grupo que comprende un floculante polimérico catiónico o aniónico y mezclas de los mismos.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la composición floculante se añade a la zona de sedimentación 1 al menos una vez cada 7 días a razón de 0,03 g a 3,0 g por m³ de volumen de agua de la zona de sedimentación 1.
- 15 10. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se lleva a cabo una limpieza periódica de una superficie del fondo de la zona de sedimentación 1, con lo que la zona de sedimentación 1 tendrá un aspecto más natural como el de los lagos y lagunas naturales y no será necesaria una limpieza diaria.
11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la superficie del fondo de la zona de sedimentación 1 se limpia al menos una vez cada 7 días.
12. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de sedimentación 1 se diseña para disuadir a los bañistas de entrar en la zona de sedimentación 1, con lo que se minimizan las actividades recreativas de contacto directo y se fomenta la práctica de deportes acuáticos con actividades recreativas sin contacto.
- 20 13. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña de modo que tenga una profundidad de hasta 1,4 metros en su punto más profundo.
14. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña de modo que tenga una profundidad de hasta 1,6 metros en su punto más profundo.
- 25 15. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña de modo que tenga una profundidad de hasta 1,8 metros en su punto más profundo.
16. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) comprende una pendiente descendente desde la periferia 12 hasta la superficie del fondo con un ángulo α que da como resultado una pendiente de hasta el 15 % para lograr una entrada segura a la gran masa de agua 3.
- 30 17. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se designa de modo que, como media diaria, al menos el 90 % del número total de bañistas dentro de la gran masa de agua 3 está presente en la zona de disipación (2).
18. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña para que tenga una densidad máxima de bañistas de 1 bañista por cada 2 m².
- 35 19. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña para tener una densidad máxima de bañistas de 1 bañista por cada 6 m².
20. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se diseña para tener una densidad máxima de bañistas de 1 bañista por cada 8 m².
- 40 21. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agua suministrada a la zona de disipación (2) a través de la una o más boquillas de entrada 26 se trata con luz ultravioleta (UV).
22. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la ubicación, el diseño y la configuración de la una o más boquillas de entrada 26 pueden variar para conseguir diferentes tipos de patrones de renovación del agua dentro de la zona de disipación (2).
- 45 23. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se dispone y configura para permitir un Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) de hasta 25 minutos.

24. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se dispone y configura para permitir un Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) de hasta 20 minutos.
25. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la zona de disipación (2) se dispone y configura para permitir un Índice de Reducción de la Contaminación (CRI) de hasta 15 minutos.
- 5 26. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además aplicar una limpieza periódica de una superficie del fondo de la zona de disipación (2) con el fin de mantener la superficie del fondo de dicha zona de disipación (2) libre de partículas que puedan generar un impacto estético, de seguridad o sanitario en el agua.
27. Método de acuerdo con la reivindicación 26, en donde la superficie del fondo de la zona de disipación (2) se limpia al menos una vez cada 72 horas.
- 10 28. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el residuo de cloro permanente se mantiene en la zona de disipación (2) mediante la adición de pastillas de cloro, mediante la aplicación de cloro diluido a través de la una o más boquillas de entrada 26 situadas en la zona de disipación (2), o mediante la adición manual de cloro a dicha zona.
29. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la gran masa de agua 3 comprende varias zonas de disipación independientes 2, preferiblemente situadas en una periferia 12 de la masa de agua 3.
- 15 30. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la gran masa de agua 3 tiene un volumen de hasta 50.000 m³ y comprende un sistema de filtración centralizado que puede filtrar todo el volumen de agua de la masa de agua.
31. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el residuo desinfectante permanente en la zona de disipación (2) se mantiene mediante la adición de agentes desinfectantes seleccionados del grupo que comprende cloro, bromo, ozono, sus derivados y mezclas de los mismos.
- 20 32. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además añadir una cantidad eficaz de un desinfectante clorado en la zona de sedimentación para mantener un nivel permanente de cloro libre en la zona de sedimentación, preferiblemente de al menos 0,5 mg/L.

Figura 1

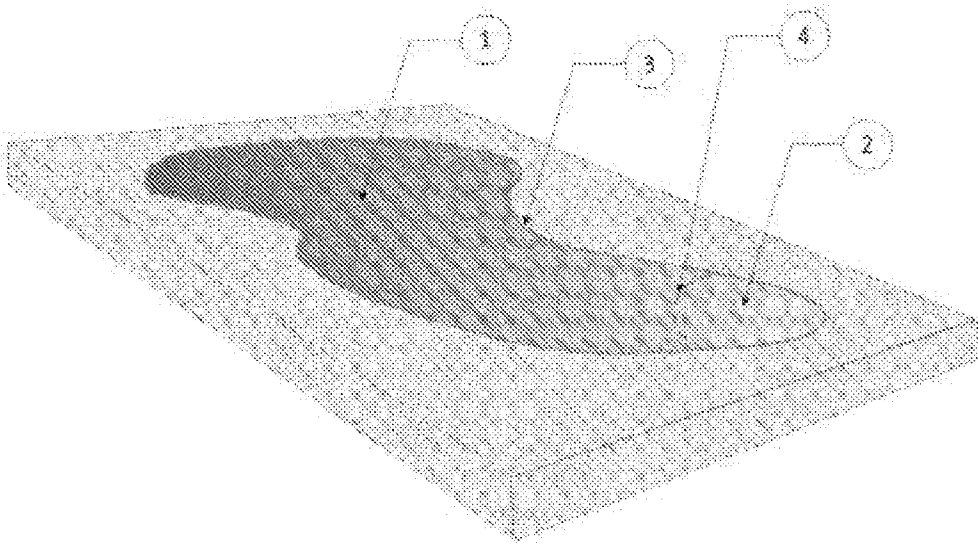


Figura 2

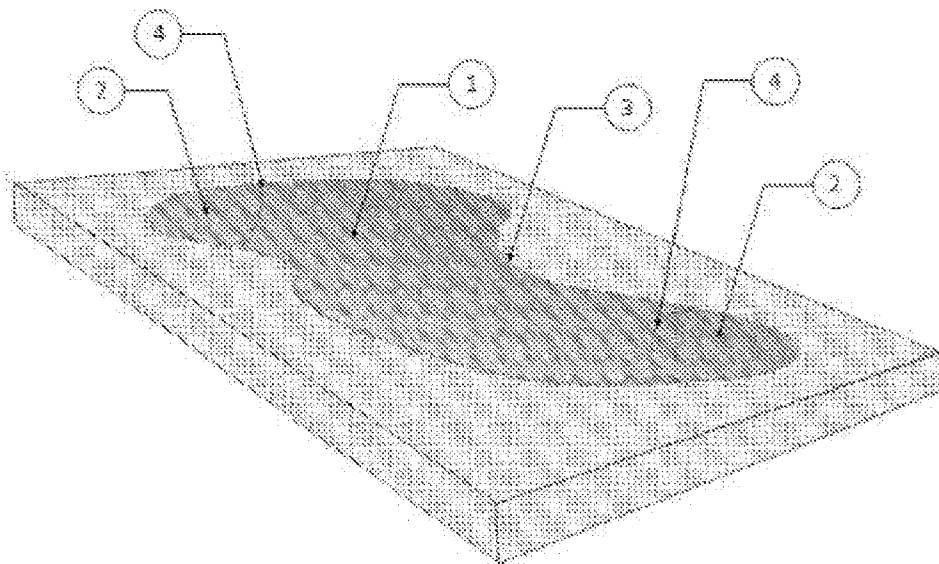


Figura 3

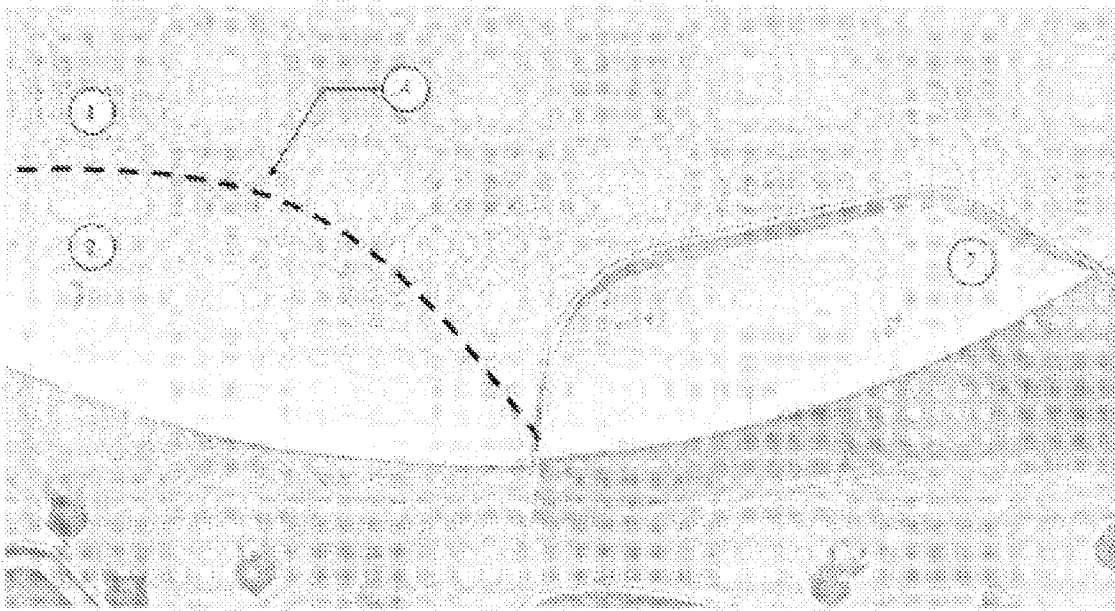


Figura 4A (t = 0)

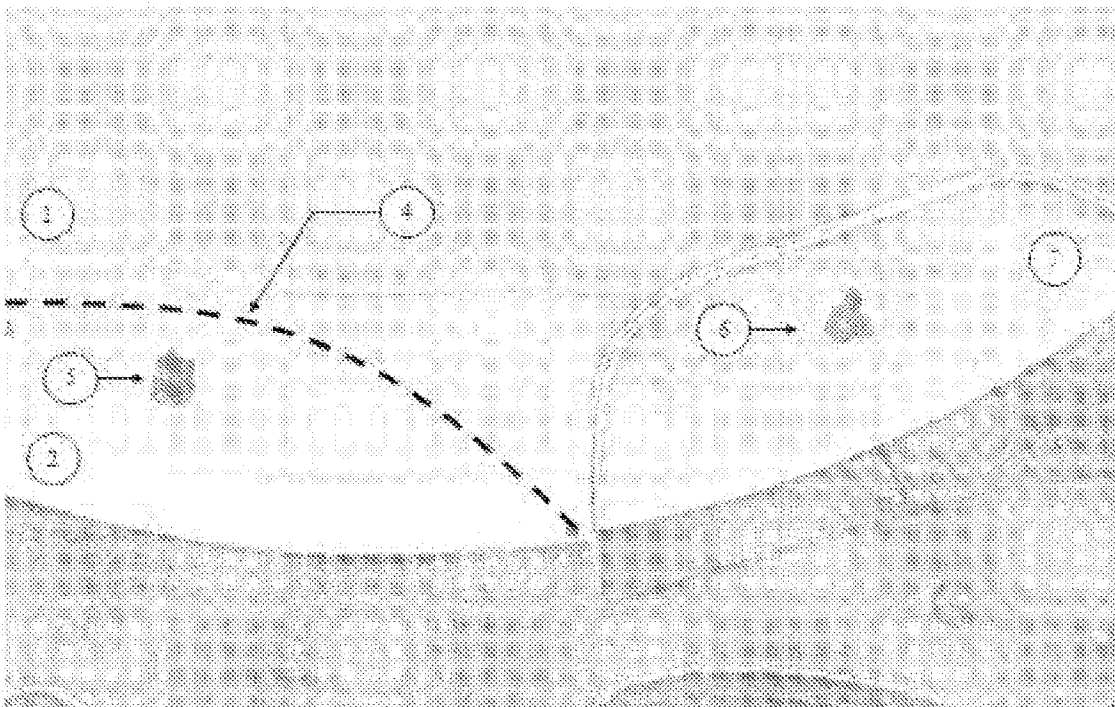


Figura 4B (t = 5)

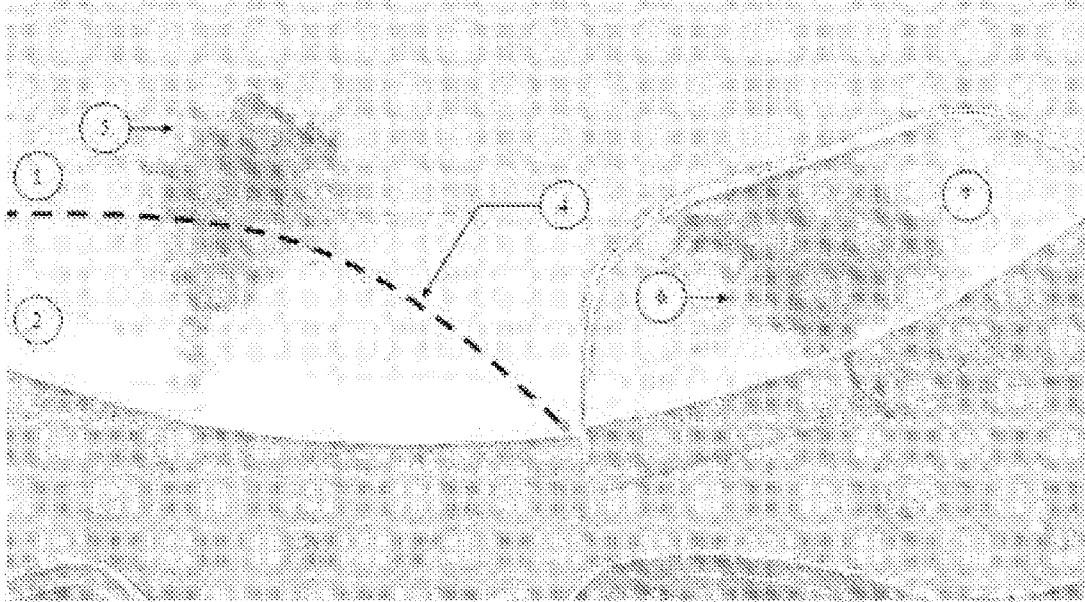


Figura 4C (t = 10)

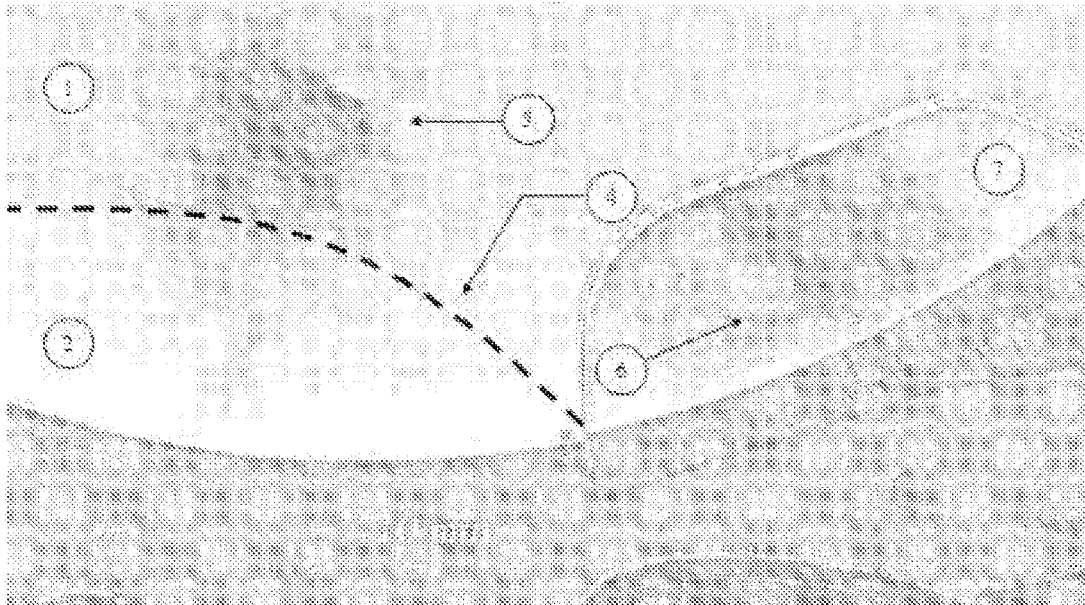


Figura 4D (t = 16)

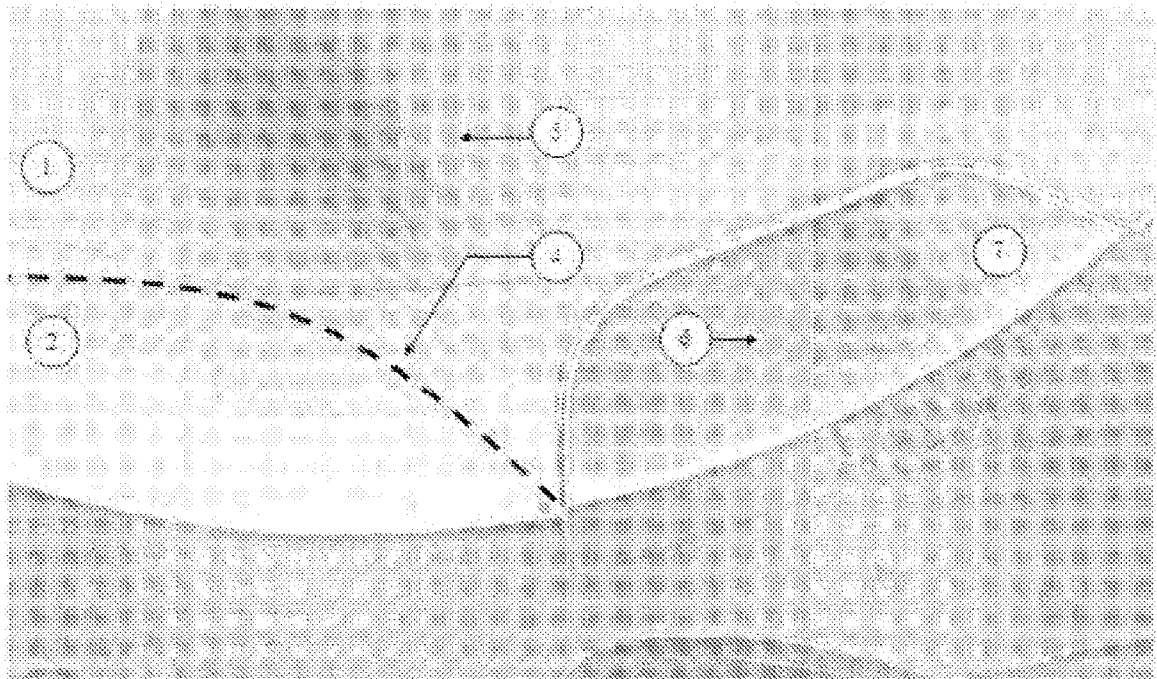


Figura 4E (t = 20)

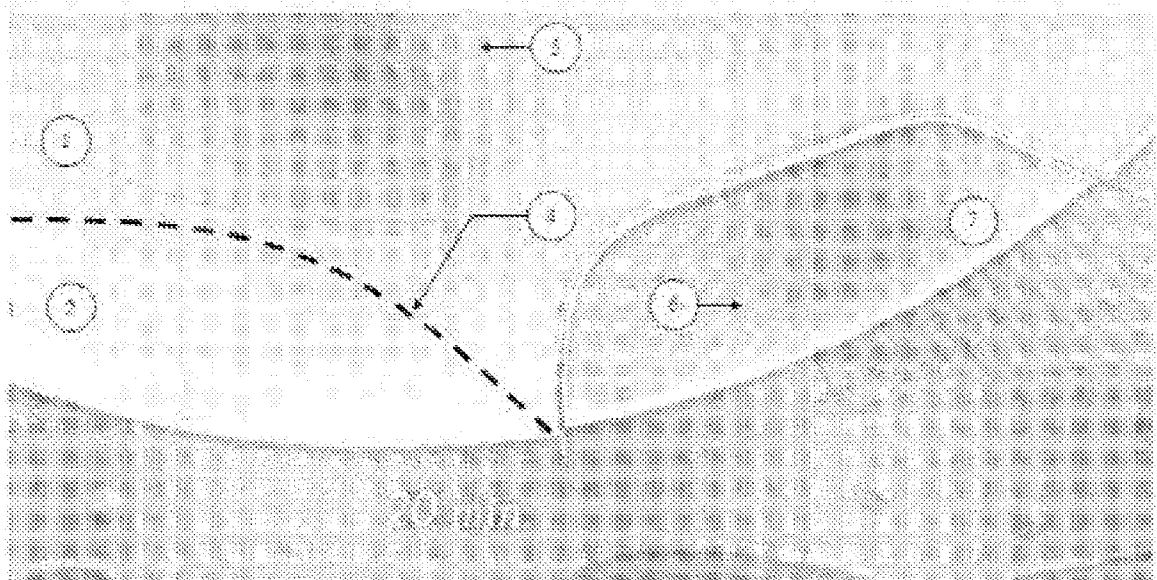


Figura 4F (t = 25)

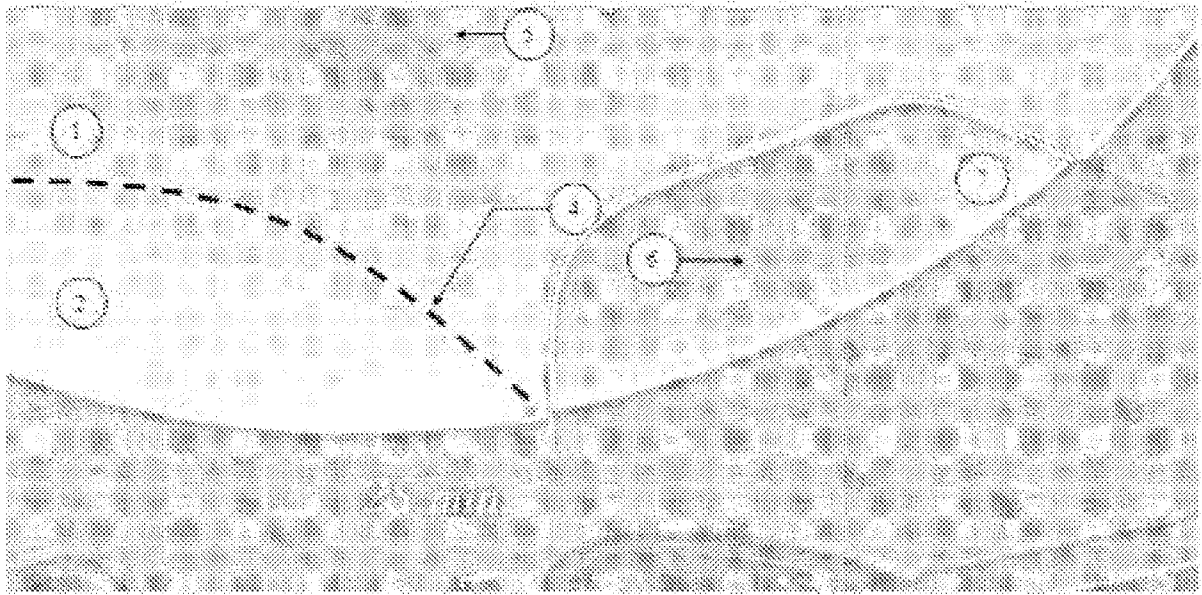


Figura 4G (t = 60)

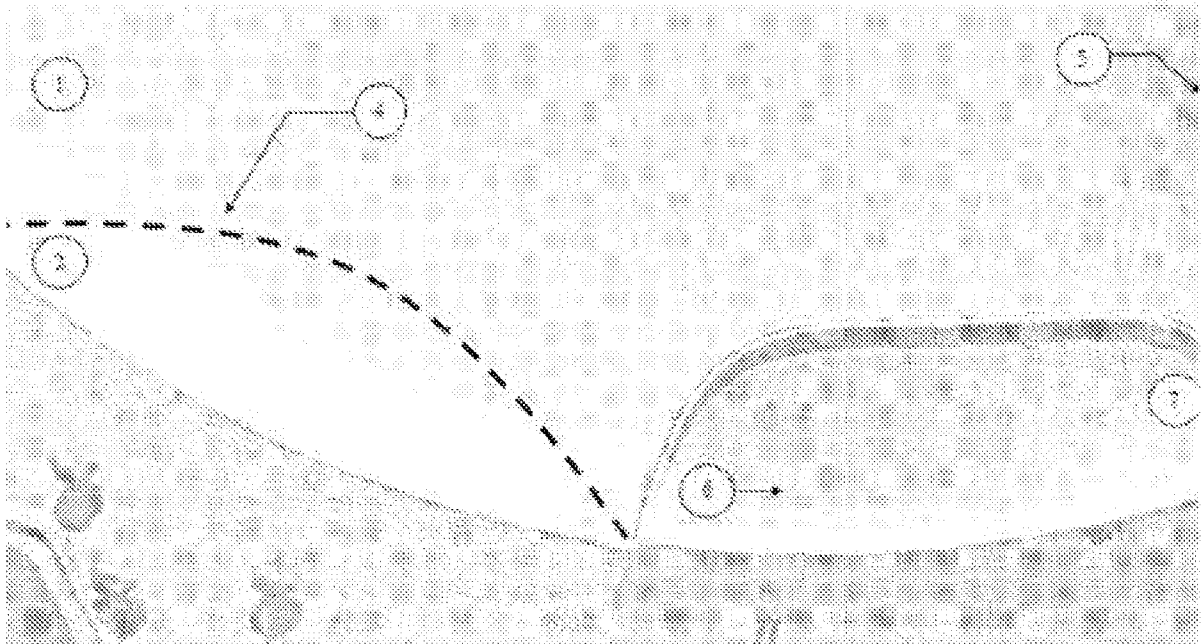


Figura 5

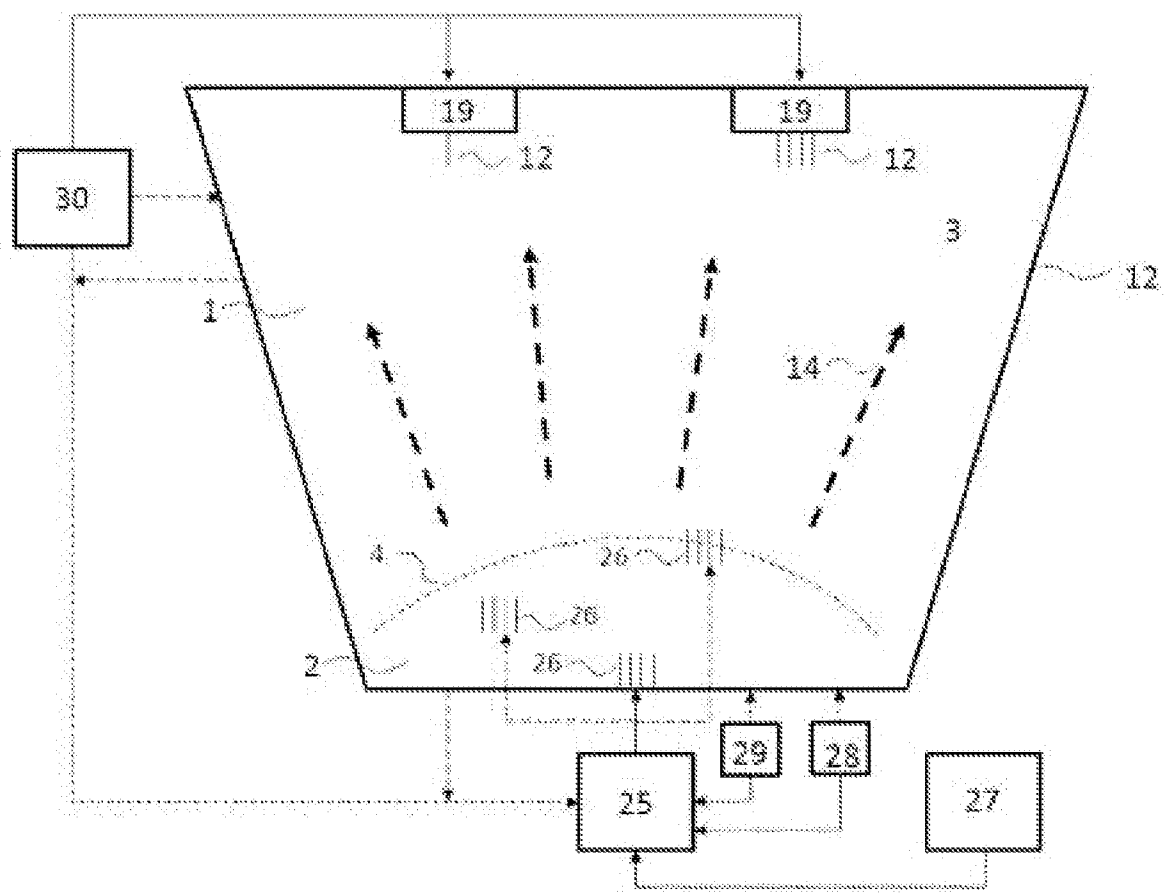


Figura 6

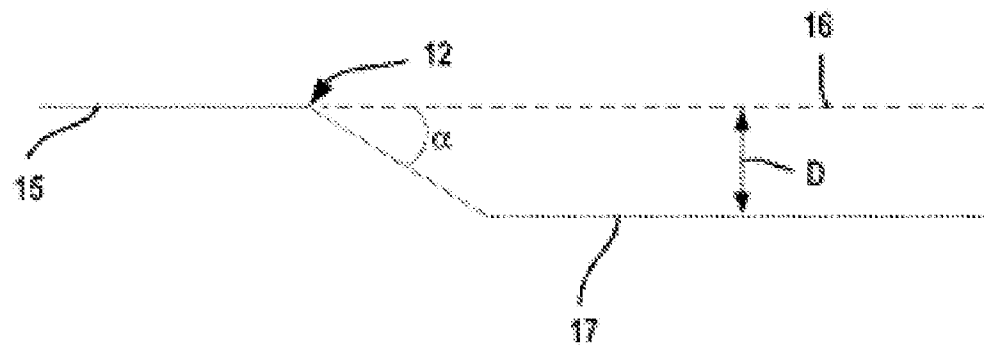


FIG. 6

Figura 7

