

Unidad Didáctica 3

Desinfección del agua de baño

Contenido

1. Introducción
2. Tratamiento del agua
3. Desinfección del agua de baño. Sistemas de desinfección y tipos de desinfectantes
4. Acción del ácido hipocloroso
5. Control del pH. Su importancia
6. Consumo de cloro y eficacia desinfectante de los derivados clorados
7. Clorometría
8. Dosificadores de desinfectantes
9. Alguicidas
10. Floculantes
11. Resumen

1. Introducción

La desinfección del agua tiene por finalidad eliminar los microorganismos patógenos contenidos en la misma como método de prevención. La desinfección se lleva a cabo con productos y sistemas que garantizarán las óptimas condiciones higiénico-sanitarias del agua:

- Ausencia de gérmenes patógenos.
- Ausencia de sustancias tóxicas
- Ausencia de olores y sabores desagradables.
- Ausencia de color y turbidez.

Por ello, en este capítulo se estudiará el tratamiento del agua, la limpieza y la desinfección periódica de las instalaciones.

2. Tratamiento del agua

El agua del vaso de la piscina debe ser renovada continuamente, tanto por recirculación y depuración como por entrada de agua nueva. Dicho aporte de agua se realizará en los porcentajes que sean precisos.

La depuración es un proceso que elimina la contaminación aportada por bañistas y medio ambiente. Las fases más importantes de la misma son:

- Filtración.
- Desinfección.

Además de la filtración y desinfección, se pueden añadir al agua otros productos como floculantes (para clarificar el agua y aumentar la eficacia de los filtros), modificadores de pH (ajustándolo a niveles adecuados) y estabilizantes del cloro.



*Kit de filtración formado por soplado con válvula selectora y bomba de piscina
(© Fotografía: Pavel Ševela, vía web-CC BY-SA 3.0)*

Estos tratamientos químicos no se realizarán directamente en el vaso ya que el agua deberá circular por los distintos procesos unitarios de tratamiento antes de pasar al vaso. En situaciones de causa justificada, por ejemplo, en el caso de tratamiento con alguicidas para eliminar las algas en las paredes del vaso, métodos de choque, etc., el tratamiento químico se podría realizar en el propio vaso, siempre, previo cierre del mismo y en ausencia de bañistas, garantizando un plazo de seguridad antes de su nueva puesta en funcionamiento.

Con todos estos productos, conseguimos mejorar la calidad del agua y especialmente la desinfección.

A partir de ahora, se analizarán más detalladamente en este capítulo cada uno de estos puntos, dada la importancia que tienen para el responsable de mantenimiento.

3. Desinfección del agua de baño. Sistemas de desinfección y tipos de desinfectantes

Para evitar los riesgos sanitarios derivados de la presencia de los contaminantes biológicos y químicos, las piscinas de uso colectivo deberán mantener, durante el periodo de funcionamiento, un tratamiento que elimine las impurezas y partículas, destruya los microorganismos, evite el desarrollo de algas, limite el carácter irritante del agua y evite la corrosión y atascado de las conducciones y distintas partes de los equipos.

El tratamiento del agua de los vasos tiene como finalidad mantener la calidad del agua de baño, de forma que su uso no suponga un riesgo para la salud de los bañistas. Mediante la desinfección se eliminan principalmente los microorganismos presentes en el agua, de forma que no se puedan transmitir agentes infecciosos a los bañistas y se asegure que cualquier organismo patógeno que entre en el agua sea también rápidamente inactivado. Esto implica que el agua, además de estar desinfectada, debe ser desinfectante.

Antes de todo ello hay que tener en cuenta que, siempre que sea posible, el agua de llenado del vaso procederá de la red pública de distribución de agua de consumo. Si tuviera otro origen, deberá someterse a los análisis necesarios y procesos de depuración pertinentes antes de su uso, además de contar con el visto bueno de las autoridades sanitarias.

Volviendo a los productos desinfectantes, hay que destacar que los más efectivos son el cloro y sus derivados, el bromo, el ozono, el cobre electrolítico y la plata electrolítica, aunque hay otros más.



Nota

Todos los productos de tratamiento tienen ventajas y desventajas, y se aplican para la desinfección del agua dependiendo de las circunstancias particulares.

Los diferentes desinfectantes utilizados para mantener en condiciones el agua de la piscina pueden encuadrarse en el grupo de productos que manualmente se arrojan al agua o en el grupo de productos que necesitan un sistema automatizado para cumplir su función. A continuación serán analizados cada uno de ellos.



Actividades

1. ¿Por qué cree que el agua de llenado del vaso debe proceder de la red pública de distribución de agua de consumo?
 2. ¿Conoce a algún mantenedor de piscinas que utilice un desinfectante distinto al cloro y sus derivados? En caso afirmativo, pregúntele cómo actúa dicho desinfectante.
-

3.1. Sistemas manuales

Dentro de los desinfectantes que pueden ser depositados en el agua manualmente destacan el cloro y alguno de sus derivados, además del bromo.

Cloro y derivados

Son los productos más utilizados por su bajo coste, facilidad de uso, poder desinfectante (destruye o atenúa los microorganismos) y poder oxidante (con las materias no deseadas en el agua).



Cloro en pastillas

El cloro es un agente químico (ácido tricloroisocianúrico) muy activo que actúa por oxidación, hecho que consigue convertir moléculas orgánicas complejas en compuestos simples que pueden evaporarse en forma de gas totalmente inofensivo. De esta manera, consigue limpiar y purgar contaminantes orgánicos y nitrogenados comunes en las piscinas (suciedad, algas, pelos, etc.).

Al agregar cloro al agua, este reacciona con las sustancias disueltas o suspendidas en ella: la materia orgánica, las sustancias reductoras y el amoníaco. El cloro en pastillas es la opción más habitual, sobre todo actualmente ya que, además de clorar progresivamente, contiene otros productos que ayudan al mantenimiento del agua en condiciones; estos productos son alguicidas, bactericidas, cristalizadores, fungicidas, floculantes...

La cantidad de cloro consumido durante el proceso de desinfección se denomina demanda de cloro. Si no se agregase cloro en cantidad suficiente, la reacción con estos compuestos lo consumiría totalmente, no produciéndose la desinfección deseada, por lo que debe adicionarse en cantidad suficiente para que permanezca en el agua después del periodo de reacción y así poder seguir ejerciendo como desinfectante. Dependiendo del agua, se necesitará una dosis concreta y un tiempo de actuación determinado.



Nota

Un agua clara, con un pH prácticamente neutro, sin mucha materia orgánica y poca contaminación, solo necesita que el cloro actúe unos 10 minutos con una dosis menor de 1 mg/l de cloro. A partir de aquí, en cada caso concreto habrá que determinar la dosis mínima requerida, siempre teniendo en cuenta que debe quedar un pequeño residuo libre -entre 0,4 y 1,5 mg/litro o ppm (partes por millón)- que asegure un agua de calidad (exenta de agentes patógenos vivos).

Por último, comentar que la cantidad de cloro que permanece en el agua después de reaccionar con estas sustancias se define como cloro residual.

A continuación, serán analizados los compuestos clorados de manejo manual más utilizados para tratar el agua de las piscinas.

Hipoclorito sódico

De olor desagradable (parecido al de la lejía), color amarillento, tacto jabonoso y soluble en agua, actualmente es el desinfectante más utilizado en cualquier tipo de piscina principalmente debido a su bajo coste y facilidad de uso. Al añadirlo al agua se origina la siguiente reacción de equivalencia:



Hay quienes aconsejan que la adición de hipoclorito de sodio debe realizarse en estado líquido mediante bomba dosificadora (125 ml diarios por cada 10 m³ de agua) pero se ha encuadrado dentro de los productos que pueden ser arrojados manualmente al agua porque también se comercializa en pastillas o en polvo.



Garrafa de hipoclorito sódico para piscinas



Importante

Al contacto con la luz, el hipoclorito sódico puede deteriorarse y evaporarse; por ello, es recomendable que se mantenga en recipientes cerrados y sitios oscuros.

Por último, comentar que, para que el hipoclorito sódico sea efectivo, se recomienda que el pH de la piscina se mantenga entre 7,2 y 7,8. Por ello, se requieren dosis de bisulfito sódico o ácido clorhídrico, para contrarrestar la tendencia a subir del pH.

Hipoclorito cálcico

Producto sólido de color blanco que se comercializa en forma de pastillas o gránulos, lo cual facilita su manejo. Al añadirlo al agua se origina la siguiente reacción de equivalencia:



Cubo de hipoclorito cálcico granulado

Al igual que ocurre con el hipoclorito sódico, al formarse hidróxido cálcico se produce la alcalinización del agua; por ello, debe añadirse un producto que baje el pH, caso del ácido clorhídrico diluido en 20 veces su volumen de agua.



Sabía que...

Al entrar en contacto con el dióxido de carbono del agua, el hipoclorito cálcico produce carbonato cálcico, provocando su enturbiamiento.

Compuestos cloroisocianurados

Son productos sólidos (Dicloroisocianuratos y Tricloroisocianurato) que se presentan comercialmente en polvo, granulado y tabletas, por lo que son productos muy fáciles de manejar, transportar, almacenar y dosificar.

No suelen modificar el pH del agua; si lo hacen es muy ligeramente. Son muy estables a pH neutro (7,2-7,4), el adecuado para el agua de una piscina.

Por último, comentar que no contienen calcio ni otros elementos capaces de aumentar la dureza del agua de la piscina.



Nota

Los compuestos cloroisocianurados poseen un alto contenido en cloro activo.

Bromo

De eficacia similar al cloro pero más activo a pH elevado, más peligroso y de mayor coste económico.



Cubo de bromo (en tabletas) para piscinas

Como principales ventajas están que no genera malos olores, no irrita la piel, los ojos y mucosas, no daña el cabello y posee capacidad para eliminar algas.

Suele comercializarse en tabletas, por lo que en este manual ha sido encuadrado dentro de los productos que se depositan manualmente en el agua, pero su aporte también puede realizarse mediante dosificadores automáticos.



Actividades

3. ¿Sabría decir cuántos miligramos (mg) equivalen a un gramo (g)?
 4. ¿Con qué otros nombres se conoce al ácido clorhídrico?
-

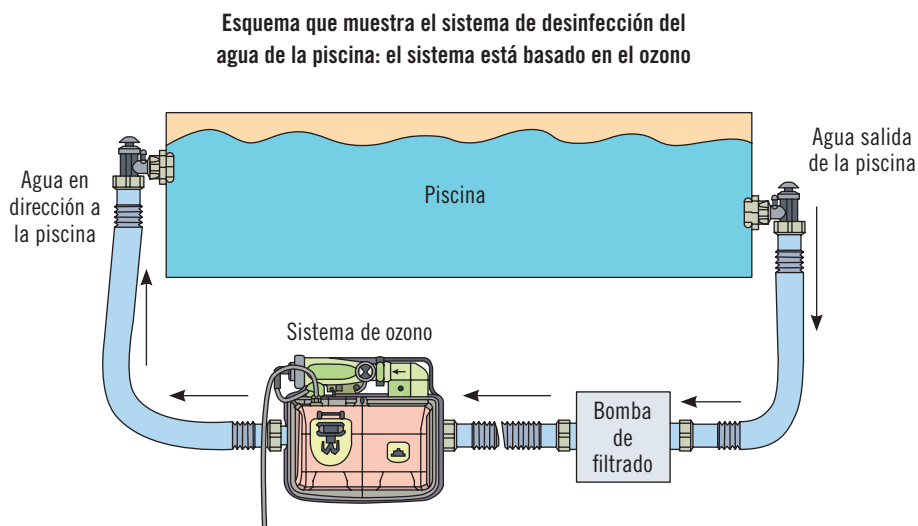
3.2. Sistemas automatizados

En primer lugar, comentar que cualquiera de los productos encuadrados anteriormente como de uso manual también puede ser incorporado al agua mediante sistemas automatizados, sobre todo a través de bombas dosificadoras y sondas de control.

A continuación, solo serán analizados los productos que necesitan inevitablemente la ayuda de estos sistemas.

Sistema que utiliza ozono

El ozono es considerado el desinfectante más potente pero no tiene carácter residual: el agua siempre necesita tener una pequeña cantidad de desinfectante, por lo que el ozono, al no tener carácter residual, debe utilizarse asociado a otro compuesto, ya sea cloro u otro producto parecido.



Otras ventajas del ozono son que no deja rastro de olor y no irrita los ojos, piel y mucosas, mientras que otra desventaja es su coste, además de la necesidad de instalaciones, equipos y espacio.

Ionización cobre/plata

Sistema muy eficaz de desinfección ya que consigue destruir una serie de microorganismos que otros procesos químicos no consigue. La ionización del cobre y la plata se consigue mediante electrolisis.



Definición

Electrolisis

Según la Real Academia Española, es la descomposición de una sustancia en disolución mediante la corriente eléctrica.

Además de conllevar efectos antiincrustantes, alguicidas y bacteriostáticos, la ionización estabiliza el pH: modifica las propiedades de las sales presentes en el agua, estabilizando los niveles de pH (acidez), e impide la incrustación y corrosión en bombas, filtros, circuitos y calderas, además de crear un ambiente desfavorable para algas y hongos.



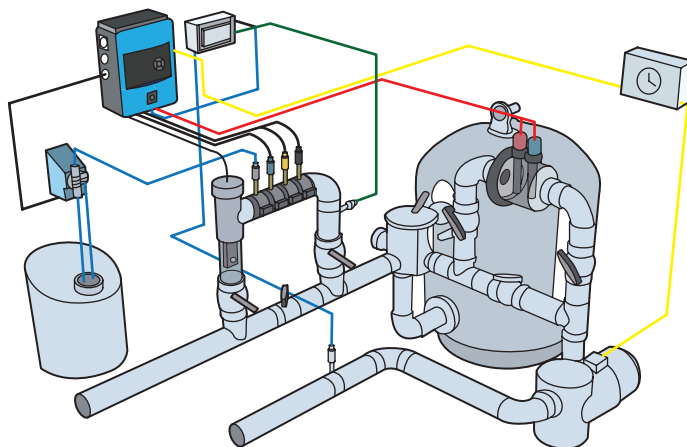
Nota

El sistema de ionización cobre/plata, de vez en cuando, requiere la utilización de otros productos químicos.

Electrolisis de sal o cloración salina

Se trata de un sistema de producción de hipoclorito de sodio mediante sal y agua.

Sistema que incorpora en la misma caja electrónica los tratamientos de electrólisis salina e ionización cobre/plata



Sabía que...

La electrólisis de la sal combina alta tecnología con materia básica (sal).

El método consiste en añadir sal al agua de la piscina, en torno a 3.000 ppm. Una vez disuelta la sal en el agua, esta pasa por un circuito de depuración, donde se ha instalado el clorador salino en serie que genera una corriente eléctrica entre dos electrodos para producir la electrólisis del agua salada. Mediante este proceso se obtiene sodio y cloro en forma de gas.



Definición

ppm

Partes por millón.

De esta manera, mediante la cloración salina se fabrica en la propia piscina el cloro necesario para la desinfección del agua a partir de una solución salina. La cantidad de cloro fabricado dependerá de las necesidades de cada momento.



Nota

La sal común o cloruro sódico es la principal materia prima para la fabricación, mediante procesos electrolíticos, de cloro.

Si el pH del agua se encuentra dentro del rango 7,1-7,3, el cloro en forma de gas se mezclará con el agua para formar ácido hipocloroso, exactamente el mismo producto que se obtiene añadiendo cloro líquido al agua.



Importante

El método de la cloración salina es más seguro para los trabajadores y bañistas que otros métodos de cloración del agua porque elimina los productos/aditivos perjudiciales.

La electrólisis salina genera cloro puro, por lo que no son necesarios otros productos indeseables aunque sí productos que alargan el periodo del efecto desinfectante.

Hay que destacar que el porcentaje de sal en el agua suele ser de 4-6 g/l, por lo que los bañistas apenas la notan (el agua de mar llega a los 35 g/l).



Importante

La sal se debe añadir durante el llenado de la piscina. En el caso de que la piscina funcione con agua de mar, no es necesario añadirle sal.

Por último, comentar que el personal de mantenimiento debe:

- Comprobar asiduamente que el filtro está limpio.
- Que la piscina no tenga cobre, hierro y algas.
- Equilibrar el agua de la piscina, comprobando que el pH es el óptimo.
- Comprobar que el nivel de sal es el adecuado, en torno a 5 g/l. Hay que añadir 5 kg de sal por cada m³ de agua en el caso de que no contuviese sal anteriormente.
- Mantener en funcionamiento la bomba del depurador.
- Limpiar los electrodos si la maquinaria no dispone de un sistema de autolimpio.

Tratamiento por luz ultravioleta

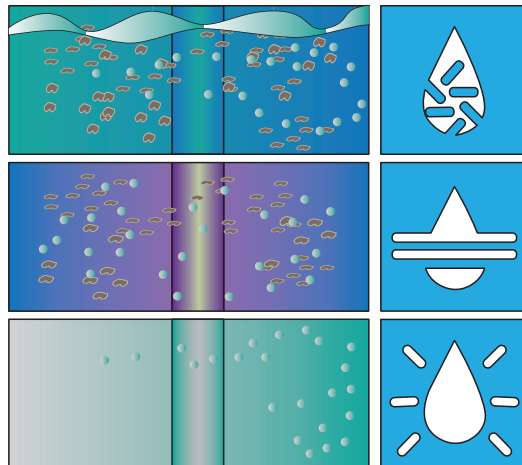
El sistema utilizado para tratar el agua con rayos de luz ultravioleta normalmente consigue una doble desinfección: reducción de las cloraminas y neutralización de las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua.



Sabía que...

Según la Real Academia Española, la luz ultravioleta es una radiación electromagnética que provoca reacciones químicas de gran repercusión biológica.

Esquema que muestra la desinfección del agua de manera eficiente mediante luz ultravioleta



Entre sus ventajas se encuentran:

- Excelente calidad del agua.
- Ausencia de malos olores.
- No irrita los ojos.
- Poco gasto en productos químicos.

Pero su mayor desventaja es que solo se puede considerar como un proceso de apoyo, siendo necesarios elementos de desinfección.

Sistema que utiliza cloro gas

El cloro gas es un producto amarillo verdoso, venenoso y de olor desagradable, hecho este último que permite detectarlo olfativamente, incluso cuando la concentración no es alta.

Reacciona con el agua formando el siguiente equilibrio:





Importante

El Cloro gas es tóxico; en ocasiones produce la irritación de mucosas respiratorias y ojos ya que al entrar en contacto con humedad forma ácido clorhídrico.

En casos extremos, la exposición a altas concentraciones pueden provocar inflamación en los pulmones con acumulación de líquido, incluso inhalar concentraciones superiores a 50 ppm puede producir la muerte a causa de un edema pulmonar, agravándose el peligro si tenemos en cuenta que los síntomas pueden presentarse hasta 2 días después de la exposición al gas.

En algunas piscinas el dicloro es conducido en forma de gas y por tubería desde los recipientes en los que se halla licuado hasta el agua. En otros casos, el dicloro se compra contenido en botellas a presión, incluso en un simple envase; en este último caso y debido a su fácil disolución en el agua, permite a través de una bomba dosificadora automatizar la desinfección del agua de la piscina.



Aplicación práctica

Supongamos que usted es el encargado de mantenimiento de una piscina de un hotel pero el año próximo también será el responsable de mantenimiento de la futura piscina pública de su municipio.

La piscina del hotel, para administrar desinfectante, dispone de un sistema automatizado que utiliza ozono. Como el ozono no tiene carácter residual, ¿cuál puede ser la solución?

Por otro lado, si en piscina pública municipal quieren disponer de un sistema automático que genere sodio y cloro en forma de gas para desinfectar el agua a partir de una solución salina:

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

¿Qué sistema se debe instalar? ¿Qué cantidad de cloro es necesario generar con este sistema?

SOLUCIÓN

En el primer caso, piscina que dispone de un sistema automatizado que utiliza ozono, para solucionar el carácter no residual del ozono hay que utilizar este producto asociado a otro compuesto, ya sea cloro u otro producto parecido.

Por otro lado, es el sistema basado en la electrolisis de la sal o cloración salina el que deben instalar en la piscina pública municipal si quieren disponer de un sistema automático que genere sodio y cloro en forma de gas para desinfectar el agua a partir de una solución salina. Respecto a la cantidad de cloro necesaria, esta dependerá de las necesidades de cada momento.



Actividades

5. Busque información que justifique por qué el ozono es el desinfectante más fuerte.
6. ¿Con qué otros nombres es conocido el cloro gas?

4. Acción del ácido hipocloroso

Los productos clorados utilizados en el tratamiento químico del agua de la piscina reaccionan al entrar en contacto con el agua y producen ácido hipocloroso. Este ácido es la forma activa del cloro: tiene poder desinfectante y actúa eliminando bacterias, algas y otros microorganismos, y oxidando los compuestos orgánicos y nitrogenados.

Pero cuando los compuestos clorados se disuelven en el agua no solo se forma ácido hipocloroso sino también ion hipoclorito, ya que, en disolución acuosa, el ácido hipocloroso se encuentra en equilibrio con la forma ionizada.



Sabía que...

El ácido hipocloroso es considerado uno de los mayores y más activos desinfectantes.

La acción oxidante del ácido hipocloroso es causada por un efecto bactericida, por las reacciones con los sistemas enzimáticos bacterianos y el tamaño y la neutralidad eléctrica de su molécula; todo ello le permite poder penetrar más fácilmente a través de la membrana de las células. En cambio, el ion hipoclorito tiene una acción bactericida mínima debido a que su carga eléctrica negativa le impide o dificulta la entrada en la célula.

Ambos, ácido hipocloroso e ion hipoclorito, constituyen el cloro residual libre. Este cloro residual libre es un compuesto clorado que desinfecta el agua y por tanto muy importante para garantizar la seguridad microbiológica del agua de la piscina. Dado que su concentración disminuye, al consumirse en la desinfección o al evaporarse, es necesario un aporte continuo mediante la bomba dosificadora, para lo cual es necesario que la depuradora esté constantemente en funcionamiento.

Al añadir cloro a la piscina, parte de este se combina con compuestos nitrogenados, formando cloro residual combinado. Los bañistas introducen en el agua excreciones, salivas, restos de cremas, etc., sustancias ricas en amoníaco y compuestos nitrogenados que reaccionan con el ácido hipocloroso dando lugar a las cloraminas. Las cloraminas son sustancias volátiles que escapan parcialmente del agua como gas. Este producto no tiene ninguna acción positiva en el agua, incluso es causante de la irritación de ojos y mucosas y del mal olor a cloro.

El cloro residual total es el cloro residual libre más el cloro combinado.



Nota

Los valores de cloro residual libre deben encontrarse entre 0,5 y 2 mg/l.

5. Control del pH. Su importancia

El grado de disociación entre el ácido hipocloroso y el ion hipoclorito depende del pH y de la temperatura. Ejemplos:

- A un pH próximo a 7 puede existir un 75 % de ácido hipocloroso activo, mientras que si el pH es cercano a 8 se reduce al 22 %.
- Si el valor del pH es 5 todo el cloro está en forma de ácido hipocloroso; a partir de pH 9,5 y temperatura superior a 20 °C los iones de hipoclorito dominan casi en totalidad.



Personal de mantenimiento controlando el pH y el cloro del agua (© Fotografía: Specious, via web-CC BY-SA 3.0)

Por todo ello, el pH hay que controlarlo diariamente, ya que si es mayor de 8 disminuye la concentración de ácido hipocloroso y la desinfección no sería eficaz, pero si baja de 6,8, aunque aumentaría el poder desinfectante, el agua

sería demasiado ácida y provocaría problemas en los bañistas como irritaciones en piel y mucosas. Por ello, el valor del pH debe estar comprendido entre 7,2 y 8.



Recuerde

La eficacia de la desinfección con cloro depende, entre otras cosas, del pH y de la temperatura.

6. Consumo de cloro y eficacia desinfectante de los derivados clorados

El consumo de cloro del agua de baño depende principalmente de:

- Tipo de piscina: en este sentido hay que destacar que las piscinas descubiertas tienen un mayor consumo de cloro que las cubiertas.
- Temperatura del agua de baño: cuanto mayor es la temperatura del agua, mayor evaporación de cloro se producirá. Siempre que se aumente en 1 °C la temperatura del agua, desaparecerá un 15-20 % de cloro.

Nota: El consumo de cloro se dispara cuando la temperatura del agua pasa de los 30 °C.

- Radiación solar: los rayos UV (ultravioleta) del sol transforman el cloro en cloruros inactivos, por lo que es difícil mantener los niveles adecuados de cloro libre en piscinas descubiertas en épocas de fuerte insolación.
- Utilización de productos clorados estabilizados (derivados isocianurados): asegura la protección del cloro frente a los rayos U.V. y, por tanto, un menor consumo de producto.
- Filtración adecuada: si la materia orgánica del agua no pasa con frecuencia por los filtros se producirá un consumo de cloro considerable, ya que este se empleará para oxidar la materia.

- La materia orgánica disuelta y los compuestos reductores minerales: es necesario oxidar estas sustancias y elementos para que el cloro actúe; por ello, según el tipo de agua, la cantidad de cloro variará.
- Número de bañistas: cuantos más bañistas haya en el agua, mayor consumo de cloro se producirá.



Una fuerte insolación dificulta el mantenimiento de los niveles adecuados de cloro libre en piscinas descubiertas (© Fotografía: Emran Kassim, vía web-CC BY 2.0)



Sabía que...

Es aconsejable que los bañistas se duchen antes de entrar en el agua del vaso ya que cremas, aceites, el sudor, etc., propician un mayor consumo de cloro.

Por otro lado, comentar que anteriormente se ha visto que hay distintos derivados y formas del cloro. Como es lógico, la eficacia desinfectante de unos y otros es distinta. En la siguiente tabla se puede observar el tiempo necesario para destruir, con una misma cantidad de producto, el 99 % de una bacteria indicadora de contaminación fecal, el *Escherichia coli*.

Tiempo necesario para eliminar el <i>Escherichia coli</i>	
Forma de cloro	Tiempo
Ácido hipocloroso	1 minuto y 40 segundos
Hipoclorito	40 minutos
Monocloraminas	Más de 8 horas



Definición

Escherichia coli

También conocida como *E. coli*, es un organismo procarionta que se encuentra generalmente en los intestinos animales.



Actividades

7. ¿Por qué cree que las piscinas descubiertas tienen un mayor consumo de cloro que las cubiertas? ¿Puede ser por la acción de los rayos solares? Razone su respuesta.
 8. Cuantos más bañistas hay en el agua, mayor consumo de cloro se produce. ¿Cuál puede ser la razón?
-

7. Clorimetría

La clorimetría consiste en determinar la cantidad de cloro que contiene el agua.

Para la correcta medición deben realizarse dos tomas de muestra de agua:

- a. Una en el circuito, en la entrada del vaso o en la salida del tratamiento antes de la entrada al vaso.
- b. Otra en el propio vaso, en la zona más alejada a la entrada del agua al vaso.

Estas tomas de muestra no se realizarán con agua superficial sino que hay que introducir el brazo en el agua y obtener una muestra que se encuentre mínimo a 40-50 cm de profundidad.

Por último, comentar que en el mercado existen diferentes instrumentos para medir el cloro.



Medidor de cloro libre

7.1. Métodos o procesos para llevar a cabo la clorimetría

Normalmente la clorimetría se efectúa siguiendo uno de los siguientes métodos o procedimientos:

Método del DPD o de Palin

El reactivo específico empleado con este método es el que, con sus siglas, le da el nombre al mismo, es decir, el dietil-parafenileno-diamina (DPD).

Mantenedor de piscinas de uso colectivo

Con un pH comprendido entre 6,2 y 6,5 y en presencia de cloro, el DPH proporciona una coloración roja proporcional a la concentración de cloro. Esta coloración puede valorarse volumétricamente con una solución de sulfato ferroso amoniacal al 0,1 % (1 ml de esta solución corresponde a 0,1 mg de cloro), o semicuantitativamente por comparación con una escala de color.

Se realizan dos valoraciones, en la primera de ellas se determina el cloro residual libre, mientras que en la segunda, tras la adición de ioduro potásico en exceso para liberar el cloro combinado, la valoración corresponde al cloro residual combinado en forma de libre.



Sabía que...

El método DPD también es conocido como método Palin porque fue desarrollado por Palintest.

Método de la ortotolidina

El reactivo específico empleado con este método es el que le da el nombre al mismo: la ortotolidina.

La reacción de la ortotolidina con el cloro residual da lugar a una coloración amarilla proporcional a la concentración de cloro.

Con la ortotolidina se producen tres tipos de reacciones, las cuales se pueden diferenciar recurriendo al arsenito sódico pero en verdad no se suele recurrir ya que el agua natural normalmente no contiene sustancias perturbadoras; en caso de que existieran habría que emplearlo o bien utilizar el método del DPD. Los tres tipos de reacciones son:

- Reacción instantánea con el cloro residual libre (CRL). El desarrollo completo de la coloración se da en menos de 15 segundos.

- Reacción lenta y tardía con el cloro residual combinado (CRC). Para el desarrollo completo son necesarios unos 5 minutos a 22 °C.
- Reacción positiva falsa. Esta se da con diversas sustancias no cloradas, caso de comonitritos o manganeso.



Aparato basado en un sensor electroquímico único para medir el cloro libre y total simultáneamente en una muestra.



Importante

El método del DPD es el más adecuado para medir el cloro de piscinas, ya que permite medir cloro libre y cloro combinado con mayor facilidad, mientras que la ortotolidina prácticamente solo sirve para medir el cloro total. De esta manera, hay que dejar claro que el método del DPD es el que debe llevarse a cabo ya que por ley se exige determinar las cantidades de cada uno de ellos (cloro residual libre, cloro residual combinado y cloro total).



Sabía que...

Con el método de la ortotolidina no se realiza la lectura del CRL porque, en cuanto transcurren unos segundos, comienza a superponerse la coloración correspondiente al CRC sobre la del CRL. Ello da lugar a una complicada interpretación y consecuentemente a errores importantes en la medición.

8. Dosificadores de desinfectantes

Ha quedado claro que el mantenimiento del equilibrio químico y los niveles de cloro son aspectos importantísimos para que los bañistas hagan uso de las piscinas en las mejores condiciones.

De esta manera, el personal de mantenimiento debe comprobar todos los días los niveles de cloro y pH, hecho que puede hacerlo manualmente pero ello requiere un proceso que puede llegar a ser lento y tedioso. Por ello, hoy en día hay dosificadores de desinfectantes cuyo sistema posee un regulador automático. El uso de estos ahorra complicaciones y tiempo.

Los reguladores automáticos están ideados para dosificar la cantidad precisa de productos necesarios para mantener los niveles de pH o de cloro en el nivel óptimo. Estos reguladores normalmente poseen un dispositivo de medición que analiza el agua constantemente y luego dispensa la cantidad de producto óptima cuando sea necesario.

A continuación, serán analizados los principales dosificadores.

8.1. Dosificadores de cloro in-line

Se basan en un depósito, donde se almacenan las pastillas de cloro, y válvulas o llave de regulación, para ajustar el nivel de producto necesario añadir al agua.

Normalmente el dosificador se instala en el circuito hidráulico de la piscina, justo después del filtro de arena.



Sabía que...

El nombre “in-line” es debido a que el dosificador está conectado directamente a la tubería mediante enlaces.



Dosificador in-line

8.2. Dosificadores automáticos reguladores de pH y cloro

Muchos expertos piensan que, junto con un filtro adecuado y una óptima bomba de circulación, un dosificador automático y regulador de pH y cloro es indispensable en una piscina moderna.



Controlador y dosificador pH y cloro

En el caso del pH, si este no está bien regulado, inhabilitará la acción de los desinfectantes, caso del cloro o el bromo, y provocará el crecimiento de algas no deseadas. Por ello, en el mercado hay aparatos (dosificadores automáticos) que se ocupan de regular con gran precisión el nivel correcto de pH en el agua, además de proporcionar una lectura rápida y en tiempo real del nivel de pH.

Estos aparatos automáticos también pueden dosificar otros productos en la piscina, caso de cloro, con la sonda adecuada, además de mantener los niveles de desinfectante en condiciones óptimas de forma totalmente automatizada.

8.3. Dosificadores de cloro flotantes

Los dosificadores flotantes son equipos simples ya que solo hay que introducirles las pastillas de cloro y colocarlos en el agua de las piscinas. Los comprimidos se disuelven lentamente y proporcionan una dosis continua de cloro.



Dosificador flotante regulable

El problema es que estos dosificadores solo son ideales para clorar el agua en superficie de piscinas pequeñas, por lo que pocas veces se utilizan en piscinas de uso colectivo.



Actividades

9. Si nunca ha visto dónde se almacenan las pastillas de cloro dentro de un dosificador in-line, busque imágenes, videos... que muestren este hecho.
 10. ¿Ha visto en alguna piscina de uso colectivo la utilización de un dosificador de cloro flotante? En caso afirmativo, coménteale al mantenedor que no es el dosificador ideal para este tipo de piscinas.
-



Aplicación práctica

El dueño de una piscina de uso colectivo está preocupado por el alto consumo de cloro que se da en la misma.

Suponiendo que usted es el encargado de mantenimiento de la piscina y atendiendo a las características de la misma descritas a continuación, ¿podría decir cuáles son las causas del alto consumo de cloro, razonando su respuesta?

- ▮ Piscina cubierta, por lo que los rayos UV solo inciden un poco en el agua. Por ello, no se utilizan productos clorados estabilizados (derivados isocianurados).
- ▮ Temperatura del agua de baño constantemente en torno a 32 °C.
- ▮ Filtración adecuada.
- ▮ Número de bañistas considerable.

SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta las características anteriormente expuestas, el alto consumo de cloro es debido a:

- ▮ La no utilización de productos clorados estabilizados (derivados isocianurados) ya que, aunque sea una piscina cubierta y se dé poca incidencia de rayos UV, cualquier incidencia consumirá cloro y necesitará el aporte de los citados productos clorados estabilizados.
 - ▮ La temperatura del agua ya que sobrepasar los 30 °C dispara el consumo de cloro.
 - ▮ El número de bañistas ya que cuantos más usuarios haya en el agua mayor consumo de cloro se producirá al tener que contrarrestar la acción de las cremas, el sudor...
-

9. Alguicidas

La utilización de los anteriormente citados medios y productos de desinfección, por ejemplo cloro, no son suficientes para tratar las algas, ya que estas pueden ser resistentes a los mismos. Sobre todo en grandes colonias de algas, el cloro no es el producto adecuado para tratarlas.



Presencia de algas en el fondo de la piscina



Sabía que...

Las algas son microorganismos que producen materia orgánica no deseada y crean un medio ideal para las bacterias y hongos.

Por ello, es necesaria la utilización de productos exclusivos que actúen como alguicidas. Los principales se analizarán a continuación.



Definición

Alguicida

Producto especialmente ideado para eliminar las algas o impedir su desarrollo. También es conocido como alguicida.

9.1. Sulfato de cobre

Producto utilizado como alguicida en las piscinas que actúa inhibiendo las enzimas de los microorganismos y precipitando las proteínas celulares (bactericida).

Se presenta en forma de cristales o polvo azulados, muy solubles en agua, dando soluciones coloreadas de color azul.



Piedra de sulfato de cobre (© Fotografía: Stephanb, via web-CC BY-SA 3.0)

Es un producto muy tóxico, por lo que hay que tener en cuenta no sobrepasar la concentración óptima en el agua (nunca más de 1/1000). Debido a la toxicidad, actualmente se utilizan otros derivados del cobre menos tóxicos, como es el caso de los quelatos de este metal.



Bote de sulfato de cobre para piscinas

9.2. Óxido de tributilestaño

Producto manufacturado de amplia actividad bactericida, fungicida y alguicida. También conocido como TBTO, posee un color ligeramente amarillo.

Es poco soluble en agua y no suele dotar de olor ni sabor al agua de la piscina. Además, no altera el pH de la misma ni aumenta su dureza.

Posee un amplio espectro de acción sobre todo tipo de algas y bacterias Gram (+) y, unido a los amonios cuaternarios, aumenta su acción alguicida y bactericida, especialmente sobre las Gram (-).

Es unas 10 veces menos tóxico que el resto de los compuestos metálicos empleados en el agua de las piscinas y se degrada en medios inorgánicos totalmente inocuos.

Aunque su empleo es muy sencillo, ya que se aplica directamente al vaso de la piscina (dosis bajas: sobre 0,2 ppm en agua), su gran problema es que es un producto caro.



Nota

Una aplicación interesante del óxido de tributilestaño es añadirlo a la pintura del vaso, con lo cual se obtiene una acción alguicida residual y no tóxica (debido a su insolubilidad) en las paredes y fondo del mismo.

9.3. Cloruro de benzalconio

Posee acción bactericida frente a la mayoría de las bacterias y también presenta actividad frente a algunos hongos y protozoos.

Normalmente se comercializa como producto líquido, soluble en agua y neutro.



Algicida concentrado. Contiene un 10 % de cloruro de benzalconio.



Sabía que...

El Cloruro de benzalconio no modifica el pH del agua.

Por su carácter orgánico, es compatible con casi todos los compuestos clorados diluidos, aumentando la acción bactericida-algucida de estos y confiriendo un poder residual desinfectante en el agua de la piscina.

Las dosis recomendadas para agua de la piscina son las siguientes:

- Dosis inicial: 2 ppm
- Dosis de mantenimiento, una vez a la semana: 1 ppm



Actividades

11. Busque información sobre el tipo de algas que comúnmente pueden aparecer en piscinas.
 12. ¿Sabría indicar en qué época del año es más común la aparición de algas en las piscinas?
-

10. Floculantes

La filtración del agua de la piscina mejora y se acelera cuanto mayor es el tamaño de las partículas a eliminar. Si las partículas son muy pequeñas puede:

- Que pasen a través del filtro de arena y regresen al vaso.
- Que se apelmacen y obstruyan el filtro con facilidad; ello obligará a lavarlo con frecuencia.



Definición

Flóculo

Grumo formado por la agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general por la adición de algún agente.

Aquí es donde entran en juego los floculantes, es decir, los productos que se emplean como apoyo para eliminar las partículas suspendidas en el agua. Estos productos unen las partículas y así ganan en tamaño para ser capturadas con mayor facilidad. Esto se traduce en:

- Un agua más transparente.
- El filtro trabaja con más eficacia.
- Reducción del consumo de desinfectantes u otros productos químicos.
- Un ahorro del tiempo de filtración, y por tanto, energía.



Garrafa de floculante para piscinas



Nota

La floculación ayuda al desinfectante para que actúe más eficazmente. Resultado: agua limpia y clara.

El floculante se puede adicionar al agua del vaso de varias formas:

- Directamente al agua del vaso: pulverizándolo sobre ella y dejándolo actuar unas 8 horas; transcurrido ese tiempo se pasa el limpiafondos para recoger las partículas floculadas.
- Colocándolo en forma de cartuchos, comprimidos o dosificadores en los skimmers.
- Inyectado en el circuito de agua circulante por medio de una bomba dosificadora.



Skimmers perfectamente distribuidos



Definición

Skimmer

Boca de succión instalada en las paredes de la piscina, en un nivel cercano a la superficie de la misma, y que permite el correcto filtrado del agua.

10.1. Tipos de floculantes

Los principales floculantes utilizados son el polihidroxiclورو o sulfato de aluminio, el aluminato de sodio, el polihidroxiclورو de aluminio, los polímeros derivados de los ácidos acrílico y metacrílico, el sulfato de aluminio y ácido policarbonico.

Los derivados del aluminio son los más empleados debido a su fácil manejo y, dentro de estos, el sulfato de aluminio.

Sulfato de aluminio

Se trata de una sal mineral sólida ampliamente utilizada en la industria y comúnmente como floculante para el agua de las piscinas.

Por lo general, su empleo en piscinas se realiza cristalizado o en solución en dosis 5-20 ppm. Si el pH del agua es débilmente ácido, neutro o escasamente alcalino, el aluminio precipita arrastrando las partículas en suspensión; de esta manera, el agua queda transparente.



Importante

Si el agua no tiene la suficiente basicidad ha de emplearse junto con productos básicos, como sosa, carbonato sódico, etc., para que se formen bien los flóculos.

La principal ventaja al utilizar sulfato de aluminio como floculante es que sus soluciones son fácilmente estables mientras que los inconvenientes son la necesidad de ajustar la basicidad, la posibilidad de producirse incrustaciones en el vaso y tubería, además de apelmazar la arena del filtro, posee una floculación lenta y produce flóculos pequeños y poco densos.



Actividades

13. ¿Sabría decir de qué color suele ser el sulfato de aluminio utilizado como floculante?
 14. Aparte de utilizarse como floculante, ¿qué otras aplicaciones puede tener el sulfato de aluminio?
-

11. Resumen

La desinfección del agua del vaso de la piscina es esencial para mantenerla en condiciones de salubridad y así evitar posibles problemas de salud a bañistas u operadores de mantenimiento. Aparte de la desinfección propiamente dicha, es necesario que las instalaciones cuenten con un sistema de filtración y en el agua haya presencia de floculantes, modificadores de pH y estabilizantes del cloro.

Centrándonos en la desinfección, hay que destacar que existen en el mercado una serie de productos y sistemas para, entre otras cosas, eliminar las impurezas y partículas, destruir los microorganismos, evitar el desarrollo de algas, limitar el carácter irritante del agua y evitar la corrosión y atascado de las conducciones y distintas partes de los equipos.

El producto más empleado para la desinfección del agua es el cloro y sus derivados, aunque hay otros que también son utilizados. Todos tienen ventajas e inconvenientes, y su aplicación puede depender de circunstancias particulares.

El cloro es muy utilizado por su bajo coste, facilidad de uso, poder desinfectante y poder oxidante; dentro de sus derivados, el hipoclorito sódico es el más empleado. El bromo posee una eficacia similar al cloro pero es más activo a pH elevado, más peligroso y de mayor coste económico. Por su parte, el ozono es considerado el desinfectante más potente pero posee varios inconvenientes como la necesidad de unos equipos e instalaciones considerables y que, al no poseer carácter residual, siempre necesita actuar junto con otro compuesto.

Por su parte, entre los sistemas ideados para desinfectar el agua de la piscina destacan ionización cobre/plata, electrolisis de la sal y tratamiento mediante luz ultra violeta.

En todo este capítulo dedicado a la desinfección del agua no podía obviarse la importancia de controlar diariamente el pH del agua ya que si el valor es alto disminuirá la concentración de ácido hipocloroso y la desinfección no sería eficaz, pero si bajo, aunque aumentaría el poder desinfectante, el agua sería demasiado ácida.

También es importante tener en cuenta que el cloro se consume. El consumo depende principalmente del tipo de piscina, temperatura del agua de baño, radiación solar, utilización de productos clorados estabilizados, filtración adecuada del agua, la presencia de materia orgánica disuelta y compuestos reductores minerales y el número de bañistas. Por ello, es esencial controlar el cloro, preferiblemente por medio del Método de DPD (Palin), y hacer uso de dosificadores, concretos de cloro como los dosificadores de cloro in-line, o combinados como los dosificadores automáticos reguladores de pH y cloro.

Por último, hay que destacar la importancia de utilizar alguicidas y floculantes. Los alguicidas, como su propio nombre indica, son utilizados para eliminar las algas e impedir su desarrollo, mientras que los floculantes son productos empleados para eliminar las partículas suspendidas en el agua.

