

VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA DE PISCINA

Por: **Elena Simón Gaudó**, técnica de I+T de Ercros; **Francisco Andrés Gracia Gorriá**, técnico coordinador de I+T de Ercros; **Miryan Sarango Solórzano**, departamento de I+T de Ercros

Los principales agentes empleados en la desinfección de agua de piscinas son: hipoclorito sódico y cálcico; ácido tricloroisocianúrico; cloro generado mediante electrólisis salina; bromo; oxígeno activo; luz UV y ozono. Desde el Departamento de Investigación y Tecnología (I+T) de Ercros se han analizado las ventajas e inconvenientes de estos tratamientos, cuyos resultados se plasman en el presente artículo. También se ha efectuado un estudio comparativo del coste mensual de su utilización.



Photo by Briana Tozour on Unsplash.

El agua de la piscina, aunque transparente y clara, contiene una serie de microorganismos que debe ser eliminados al poder ser perjudiciales para el bañista, por lo que es necesaria una correcta desinfección de piscinas. Existen diferentes tratamientos de desinfección, que se pueden dividir según utilizan cloro o no.

Tratamientos con cloro

Dentro de este grupo, el verdadero agente desinfectante es el ácido hipocloroso (HClO), capaz de destruir bacterias, virus, algas y otros microorganismos. Los tratamientos más importantes son:

Hipoclorito sódico

Se presenta en disolución acuosa, normalmente entre 5 y 15% de cloro, color amarillo suave, olor clásico a lejía y tacto jabonoso. Su disolución en el agua, produce ácido hipocloroso.

Para que una piscina tratada con hipoclorito sódico trabaje correctamente, el valor de pH de la piscina es crítico. Se recomienda mantenerlo entre 7,2 y 7,8 para que la desinfección sea efectiva. Por ello, se requiere dosificar un ácido, normalmente bisulfito sódico o ácido clorhídrico, para contrarrestar la tendencia del hipoclorito sódico a subir el pH del agua.

La estabilidad del hipoclorito sódico concentrado es baja –unos 100 días de vida media- y requiere un volumen de almacenaje mayor que las otras alternativas. Por ello, es más frecuente su utilización en piscinas de mayor volumen, que permiten una optimización de su logística.

Ácido tricloroisocianúrico

El ácido tricloroisocianúrico (ATCC) es un sólido que contiene un 90% de cloro activo. La hidrólisis de este compuesto, generalmente dosificado en forma de tabletas, produce ácido hipocloroso y ácido cianúrico.

La limitada solubilidad del ácido tricloroisocianúrico hace que la tableta vaya liberando el ácido hipocloroso de forma progresiva de tal modo que se mantenga siempre un nivel de cloro activo adecuado en el agua. El pH del agua apenas se modifica, lo que hace innecesario añadir ningún corrector de pH en la piscina.

Al ser un compuesto sólido, el tratamiento con ATCC ofrece a los usuarios un mejor manejo y facilidad de dosificación. Como se dosifica en forma de tableta, su formulación suele contener, además de cloro, compuestos alguicidas, floculantes, bactericidas, estabilizantes, etc. Además, los volúmenes de almacenamiento de desinfectante se reducen sensiblemente y, en general, aumenta la seguridad.

Por otro lado, el ácido cianúrico generado es un agente estabilizador del ácido hipocloroso, ya que actúa como filtro para la luz solar y previene su descomposición por acción de los rayos ultravioleta. Por este motivo, este tratamiento es especialmente adecuado en piscinas al aire libre.

Sin embargo, niveles excesivos de ácido cianúrico retardan la actividad bactericida del cloro, lo que obliga a una purga sistemática del agua de la piscina.

Tabletas de ATCC para la desinfección y mantenimiento del agua de las piscinas.



Dentro de los tratamientos con cloro, las tabletas de ATCC, al ser un compuesto sólido, ofrece a los usuarios un mejor manejo y facilidad de dosificación. Además, este tratamiento es especialmente adecuado en piscinas al aire libre

Electrólisis de cloruro sódico

El cloro se genera *in situ* mediante un pequeño electrolizador que utiliza cloruro sódico (sal común) como materia prima. Dicho cloro, generado en el ánodo, es inestable en el rango de pH típico del agua de una piscina (7,0-8,0) transformándose en ácido hipocloroso/hipoclorito. En el cátodo se produce hidrógeno por reducción del ion H^+ del agua. En el seno de la disolución quedan iones Na^+ y OH^- . Todos los iones se recombinan para producir ácido hipocloroso, el verdadero agente desinfectante.

El electrolizador salino tiene la ventaja del bajo coste de transporte, almacenamiento y gestión, comparado, sobre todo, con el del hipoclorito sódico comercial. Además, el cloruro sódico trabaja en un ciclo cerrado, ya que el ácido hipocloroso, una vez que ha reaccionado con la materia orgánica y con los patógenos para destruirlos, vuelve a convertirse en cloruro, mientras el sodio permanece disuelto sin intervenir en ninguna reacción.

Este sistema no es válido para piscinas de más de 200 m³. Además, el electrolizador debe estar perfectamente diseñado para el tamaño de la piscina. Su mayor inconveniente es el riesgo que conlleva la generación de hidrógeno, gas altamente explosivo que necesita ser venteadado de forma segura.

La concentración óptima de sal en el agua es de 1,5 a 3 g/L, lo cual proporciona un ligero sabor salado al agua de la piscina.



Hipoclorito cálcico

Se presenta en tabletas, con un 75% de cloro activo. Su disolución en el agua produce ácido hipocloroso.

Al igual que el tratamiento con hipoclorito sódico, el valor de pH de la piscina es crítico. Se recomienda que el pH se mantenga entre 7,2 y 7,8 para que la desinfección sea efectiva; por ello, también se requiere dosificar un ácido.

El tratamiento con hipoclorito cálcico tiene ventajas con respecto al hipoclorito sódico, como la estabilidad y la facilidad de manejo. Sin embargo, es caro (6 €/kg) y no tiene sentido en piscinas grandes.

Tratamientos sin cloro

Dentro de este grupo, los tratamientos más relevantes son:

Bromo

Tiene una eficacia desinfectante similar al cloro pero el bromo es más activo a pH elevado. En contacto con el agua, produce ácido hipobromoso, que es el agente desinfectante. Este ácido en contacto con los compuestos nitrogenados (orina, sudor, etc.), origina bromaminas (NHBr_2), que a diferencia de las cloraminas (cloro combinado) son buenas desinfectantes, con lo que la capacidad desinfectante del bromo es mayor y no produce irritaciones ni malos olores. Además, posee una gran tolerancia al aumento de la temperatura y a las variaciones de pH (6-8).

Este tipo de tratamiento tiene un coste elevado, por lo que es idóneo para piscinas cubiertas, piscinas con bombas de calor o spas. Además, su utilización puede acarrear una posible coloración verde del agua y cambios de color en las paredes y fondo.

Luz UV

El rango de luz UV comprendido entre los 200 y 295 nm se conoce comúnmente como 'región germicida'. A estas longitudes de onda, es capaz de atravesar la pared celular y la membrana citoplasmática de los microorganismos presentes en el agua, alcanzando y alterando su ADN. Como resultado, se obtiene un agua de excelente calidad, sin malos olores ni problemas de irritación, menor gasto de producto químico y ahorro de agua de renovación.

Este tipo de tratamiento se utiliza en balnearios y piscinas públicas deportivas o de recreo. Sin embargo, solo se puede considerar como un proceso de apoyo, ya que es recomendable el uso de un desinfectante residual complementario para garantizar una desinfección permanente del agua.

Oxígeno activo

El mecanismo de este sistema es la potente oxidación de la materia orgánica disuelta en el agua. Se consigue un agua especialmente suave y natural, no irrita los ojos ni las mucosas, no reseca la piel ni el cabello, no desprende malos olores, no tiene sabor y no decolora ni emblanquece.

Este tipo de tratamiento es adecuado para piscinas pequeñas de uso privado. Sin embargo, debido a la volatilidad (a mayor temperatura, mayor consumo de oxígeno) y agresividad del oxígeno activo, su aplicación suele complementarse con otro sistema de desinfección. Todo esto, conlleva unos costes de mantenimiento, entre un 50 y un 100% superiores a los de un tratamiento convencional con cloro.

Ozono

El ozono (O_3) es un agente desinfectante muy efectivo. Por sí solo es un floculante natural, un potente antialgas y posee un poder de esterilización 3.000 veces superior al cloro, destruyendo microorganismos que el cloro no puede eliminar.

Se produce artificialmente mediante electricidad, en un proceso llamado 'descarga de corona'. Este proceso tiene lugar en un ozonizador, que consiste en una cámara aislada por la cual circula aire que, sometido a descargas eléctricas de alto voltaje, produce el ozono.

Sus principales beneficios son la casi eliminación del típico olor a piscina, eliminación de los ojos rojos y demás desventajas del uso exclusivo del cloro; mientras que sus principales inconvenientes son el gran espacio, coste y mantenimiento que requiere su instalación. Además, al no tener carácter residual se debe complementar el proceso incorporando una pequeña cantidad de desinfectante (5% de la usada normalmente).



Aspectos económicos

Con el fin de realizar una comparación de costes de explotación de los ocho tratamientos de desinfección de piscinas anteriormente expuestos, se ha elegido una piscina relativamente pequeña, de 50 m³, y un consumo de cloro estimado de 0,525 kg/día (se ha considerado 20 bañistas diarios, con una media de 20 g cloro/bañista, y 2,5 g cloro/m³ agua por evaporación).

Se ha considerado una renovación diaria del agua de la piscina del 5% del volumen total de la misma (2,5 m³/día), con el fin de mantener dentro de los límites legales determinados parámetros (conductividad, pH, cloro total, turbidez, etc.). Esta renovación es la que se exige en la mayoría de las normativas autonómicas en España, excepto en algunas como Cataluña, Castilla la Mancha, Madrid o Navarra, donde no se especifica un volumen determinado de renovación pero se exige aportar agua nueva en cantidad suficiente, de manera que se garanticen los parámetros de calidad de la misma

El tratamiento con oxígeno activo ha resultado ser el más caro, debido al elevado precio del producto y de los equipos requeridos para su instalación.

El segundo lugar lo ocupa el tratamiento con bromo. Su alto coste se debe mayoritariamente al elevado precio del producto y, en menor medida, al consumo eléctrico de los equipos.

En tercer lugar le sigue el tratamiento con hipoclorito cálcico, debido al precio del producto y la necesidad de dosificar un ácido para corregir el pH.

En cuarto lugar se sitúa al tratamiento con electrolizador salino. Los gastos por el mantenimiento de la instalación y la renovación diaria del agua del vaso, elevan los costes del tratamiento. Debido a dicha renovación se requiere una aportación diaria de cloruro sódico y ácido, con el consiguiente gasto económico que ello supone.

Los cuatro tratamientos más económicos resultaron ser: hipoclorito sódico, ozono, ATCC y luz UV. Los tratamientos con ozono y luz ultravioleta tienen el inconveniente de que es necesario complementar con un oxidante (en este caso se ha considerado ATCC).

En el tratamiento con ATCC, el menor coste se debe a que no es necesario añadir ningún producto químico adicional corrector

de pH. Además, para mantener un nivel de ácido cianúrico en el agua < 75 mg/kg, es suficiente renovar el mínimo del 5% (2,5 m³/día).

Conclusiones

El tratamiento de generación de cloro *in situ* mediante electrolisis salina presenta como ventaja principal el no almacenamiento del desinfectante y, como desventaja, el elevado coste de mantenimiento. Además, puede presentar riesgos de explosión si los diseños de la instalación son deficientes, al generarse hidrógeno gas en el cátodo.

También resulta bastante caro el tratamiento con hipoclorito cálcico, por el precio del producto.

El tratamiento con hipoclorito sódico es el más utilizado tradicionalmente y el segundo más barato de los tratamientos con cloro. No obstante, presenta ciertas complejidades para su manipulación y almacenamiento debido a su dilución y baja estabilidad, lo que hace que su utilización sea más adecuada en piscinas de mayor volumen.

En los tratamientos con luz UV, oxígeno activo y ozono, siempre es necesario un aporte continuo de desinfectante para poder asegurar una total desinfección, no únicamente del agua sino de toda la instalación.

El tratamiento de desinfección con ácido ATCC presenta varias ventajas: su facilidad de manejo al ser un compuesto sólido en forma de tableta; es un tratamiento bastante económico; y estabiliza la acción del cloro mediante el ácido cianúrico residual, que frena la acción destructora de los rayos ultravioletas.

El único inconveniente de este sistema viene relacionado con la obligada renovación del agua de la piscina para mantener un nivel adecuado de ácido cianúrico residual, que establezca el cloro sin frenar su acción bactericida. Pero tal y como se ha mencionado anteriormente, en la mayoría de comunidades autónomas españolas la ley obliga a esta renovación del agua para garantizar los parámetros de calidad de la piscina.

Para más información:

Ercros, S.A.

Avda. Diagonal, 595 - 08014 Barcelona

Tel.: 934 393 009 - www.ercros.es