

ELIMINACIÓN DEL ACIDO ISOCIANÚRICO PRESENTE EN EL AGUA DE LAS PISCINAS

Corral, M.; Vergara, E.; Alba, F.

Abstract

The chloration is the treatment used disinfectant in swimming pools. The objective of the chloration is guarantee to the water a good "state of health" and to maintain the presence of a certain active free chlorine level to act such like oxidant-disinfectant against the contamination. When using chlorinated products for the disinfection of the swimming pool water the effect of the solar action is due to consider on chlorine. The ultra-violet rays transform chlorine into ion inactive chloride, which makes difficult to outdoors maintain a correct concentration of chlorine in swimming pools and times of strong insolation. The use of stabilizers of chlorine like the isocyanuric acid, eliminates this difficulty. If the isocyanuric acid is not used, in a sunny day, 90% of active chlorine it could destroy by the action of the sun, in two hours, this is a great problem considering the amount of radiation from the sun to which a swimming pool is exposed in summer.

The isocyanuric acid is accumulated after weeks of treatment and the excess in the water can be prejudicial for the health, besides to prevent that the hypochlorous acid acts effectively on the microorganisms. This motivates the search of viable alternatives, as much technological as economically to the purification system, since numerous disadvantages of health consider, environmental and of maintenance.

Keywords: Isocyanuric acid, chloration

Resumen

La cloración es el tratamiento desinfectante mas empleado en las piscinas. Su objetivo es garantizar un buen "estado de salud" en el agua y mantener la presencia de un cierto nivel de cloro libre activo para actuar como oxidante-desinfectante contra la contaminación. Al emplear productos clorados para la desinfección del agua de piscina se debe considerar el efecto de la acción solar sobre el cloro. Los rayos ultravioleta transforman el cloro en ión cloruro inactivo, lo que dificulta mantener una concentración correcta del cloro en piscinas al aire libre y en épocas de fuerte insolación. El uso de estabilizadores del cloro como el ácido isocianúrico, elimina esta dificultad. Si no se utiliza el ácido isocianúrico como estabilizante, en un día soleado, el 90% del cloro activo se podría destruir por la acción del sol, en dos horas, problema bastante grande teniendo en cuenta la cantidad de radiación a la que está expuesta una piscina en verano.

El ácido isocianúrico se acumula al cabo de semanas de tratamiento y el exceso en el agua puede ser perjudicial para la salud, además de impedir que el ácido hipocloroso actúe eficazmente sobre los microorganismos. Esto ello motiva la búsqueda de alternativas viables, tanto tecnológica como económicamente al sistema de depuración, puesto que se plantean numerosos inconvenientes de salud, ambientales y de mantenimiento.

Palabras clave: Acido isocianúrico, cloración

1. Introducción

El disfrute de las piscinas puede entrañar un riesgo sanitario para las personas que las utilizan siendo necesario adoptar medidas para su depuración. Dentro de los posibles sistemas de depuración para piscinas, actualmente prevalece el tratamiento por cloro. Este agente desinfectante tiene como principal inconveniente la formación de compuestos organoclorados, como las cloraminas, y la acumulación de agentes estabilizantes presentes en el cloro comercial, como el ácido isocianúrico que en determinadas concentraciones puede ser perjudicial para la salud. Debido a ello, los distintos reglamentos técnicos y sanitarios de cada provincia exigen una renovación diaria del agua del vaso que suele estar entorno a un 5% del volumen total de la piscina. Esto supone un gasto diario de aproximadamente 9 millones de m³, y actualmente la falta de agua es uno de los problemas más trascendentes a los que nos enfrentamos, especialmente en aquellas zonas que por sus condiciones climáticas tienen gran escasez de recursos hídricos.

Las consecuencias medioambientales del uso indiscriminado del agua de renovación de las piscinas da como resultado unos problemas medioambientales que en ocasiones, durante periodos de sequía, obligan a las autoridades a prescindir del uso de estas instalaciones.

Considerando todo lo anterior y teniendo muy en cuenta el disfrute y la aceptación de las instalaciones preparadas con fines lúdicos o deportivos, debería estimarse otro enfoque bien distinto a los actuales sistemas de depuración de piscinas.

Una manera de evitar o reducir drásticamente la necesidad de un renove de agua sería, emplear técnicas de desinfección y tratamiento lo más "ligeras" posibles. Por ejemplo: si se emplea cloro, tratar de emplearlo con raciocinio. Controlar el ácido isocianúrico en los valores mínimos técnicamente requeridos (de 5ppm a 15ppm es excelentemente eficaz: el ácido isocianúrico protege al cloro de la degradación solar). El tricloro (la forma de cloro más común empleada en piscinas), contiene un 54% de ácido isocianúrico. Una piscina pública de 100 m³ que necesite 2 Kg de tricloro a la semana, acabará con 92 ppm de ácido isocianúrico en dos meses, sobrepasando la mayoría de los límites legales.

El ácido isocianúrico puede ser un grave problema, y de hecho lo es en una medida mayor de lo que se puede imaginar, ocasionando problemas "retroalimentados" nada deseables.

Algunas normativas locales obligan por ley al vaciado diario de un 5% a un 10% del volumen de la piscina. Esto quiere decir que entre 10 y 20 días se "renueva" el volumen de la piscina al completo, por ello se debe buscar un tratamiento que solucione los problemas sanitarios de piscinas originados por un mal uso del cloro, y que consiga aprovechar los recursos hídricos al eliminar el agua de renovación de la piscina, limitándola solo a las pequeñas e inevitables pérdidas producidas por efecto de la evaporación.

2. Depuración del agua

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 sistema de depuración 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

2.1 El cloro

El cloro es un elemento químico del grupo de los halógenos, al igual que el flúor, el bromo, el yodo y el astato. En la naturaleza se encuentra normalmente en forma de gas formando moléculas divalentes de cloro (Cl₂).

El cloro resulta un desinfectante bastante eficaz y económico para el tratamiento y desinfección de las aguas ya sea aportado en forma gas disolviéndolo en el agua o bien aportándolo como hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico o como derivados del cloroisocianutato. Sin embargo, el aporte de cloro reacciona con la materia orgánica del agua formando una serie de compuestos derivados del cloro que pueden resultar muy molestos. De estos compuestos, los más perjudiciales son los llamados trihalometanos, de carácter cancerígeno para la salud humana. También pueden formarse otros subproductos perjudiciales como compuestos orgánicos volátiles, cloritos, ácidos cloroacéticos o cloruro de cianógeno.

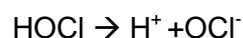
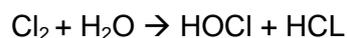
En la actualidad, los productos para tratamiento de piscinas que emplean cloro son muy variados. Generalmente se basan todos en el empleo del tricloro, el dicloro, el hipoclorito sódico y el hipoclorito cálcico. Estos productos son denominados donantes de cloro. Al ser el cloro un gas en su estado natural, se emplea ácido isocianúrico como medio de "transporte" para los dicloros, los tricloros, para el hipoclorito sódico o para el hipoclorito cálcico. Las concentraciones de cloro "útil" (es decir la cantidad de cloro "real" que aportan al agua) varían de uno a otro, dejando algunos productos residuales una vez empleados.

Sobre la eficacia del cloro en el tratamiento del agua en una piscina, es un hecho innegable que es eficaz y seguro en su empeño. Para procurar una cloración efectiva en todo momento, algunos compuestos residuales tenderán a aumentar con el tiempo, y esto genera serios problemas que en algunos casos son muy difíciles de solucionar. Por ejemplo, el ácido isocianúrico.

El ácido isocianúrico (que forma parte de los dicloros y tricloros) aumenta su concentración cada vez que dosificamos pastillas o granulado de esos productos. El cloro es temporal por su naturaleza y por ello hay que ir dosificando más a medida que pasa el tiempo. A medida que la piscina se usa, el cloro es demandado para ir eliminando contaminantes, y va dejando un residuo que se denomina cloraminas o cloro combinado (con materia orgánica).

El exceso de cloraminas llega a colapsar la eficacia del cloro libre, pero antes que eso ocurra, podemos llegar a unos niveles críticos, cuya primera reacción es la de ser un subproducto altamente tóxico e irritante.

El cloro libre se expresa como la cantidad de ácido hipocloroso disponible en el agua. En efecto, el cloro (en forma "pura") al entrar en contacto con el agua, se hidroliza formando ácido hipocloroso (HOCl) + ión hipoclorito (OCl⁻):



3. Materiales y métodos

3.1 Los datos

Se estudiaron las aguas de las piscinas de dos complejos deportivos. El primer caso corresponde a una Sociedad Polideportiva, se trata de dos piscinas de uso público, una de 100 m³ de uso recreativo y otra de chapoteo, utilizadas diariamente en verano por unas 200 personas.

El segundo caso estudiado, también se trata de piscinas de uso público, una cubierta de 312 m³ de uso recreativo y otra transformable de 1150 m³ cuya actividad principal es la natación deportiva. Estas piscinas son utilizadas diariamente por unas 600 personas en verano y 240 en invierno.

Muchas de las mediciones se han llevado a cabo en la piscina recreativa por sufrir una carga mayor (menor volumen de agua por usuario, mayor ocupación durante la temporada estival...) por lo que supone unas condiciones más desfavorables en cuanto a la presencia de subproductos. En cualquier caso, los diferentes análisis y estudios tuvieron que ser realizados respetando la reglamentación vigente para piscinas de uso público (Decreto Foral 123/2003).

En ambas instalaciones el agua es tratada mediante el sistema convencional de filtros de arena y posterior adición de hipoclorito sódico como desinfectante residual, la renovación de agua diaria es del 10% del volumen total.

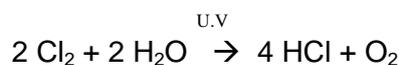
4. Resultados

En el estudio se han encontrado diferencias entre las piscinas en función fundamentalmente de sus características (cubierta, al aire libre, uso recreativo, uso deportivo...).

Con respecto a las determinaciones fisicoquímicas, los niveles de pH, olor y turbidez se encuentran dentro de los intervalos citados como normales en la legislación vigente, así mismo los niveles de cloro libre son suficientes para mantener la desinfección requerida, lo que se demuestra en los resultados de los análisis microbiológicos realizados al agua de la piscina.

Al emplear productos clorados para la desinfección del agua de piscina se debe considerar el efecto de la acción solar sobre el cloro. Los rayos ultravioleta transforman el cloro en ión cloruro inactivo, lo que dificulta mantener una concentración correcta del cloro en piscinas al aire libre y en épocas de fuerte insolación. Para eliminar esta dificultad se usan estabilizadores del cloro como el ácido isocianúrico.

La luz ultravioleta degrada el cloro por una reacción fotoquímica:



Si no se utiliza el ácido isocianúrico como estabilizante, en un día soleado, el 90% del cloro activo se podría destruir por la acción del sol, en dos horas, problema bastante grande teniendo en cuenta la cantidad de radiación a la que está expuesta una piscina en verano.

El siguiente gráfico muestra la presencia de cloro residual en el agua de piscinas cuando se utiliza un derivado clorado inorgánico sin estabilizador frente a cuando se utiliza ácido isocianúrico como estabilizador en el proceso de desinfección.

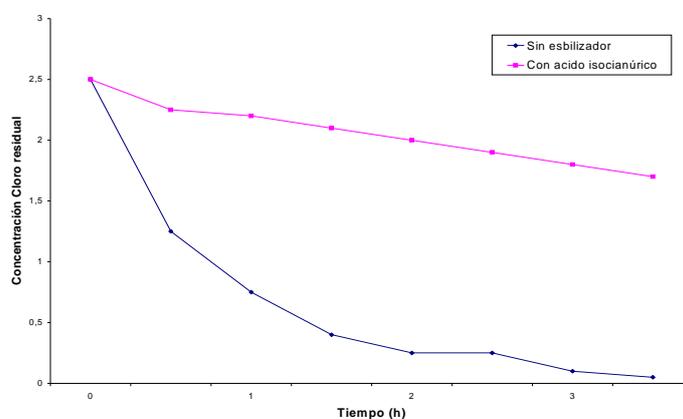


Gráfico 1. Comparación de los niveles de Cloro residual libre en función de la presencia o no de estabilizantes.

A diferencia de lo que sucede en un tratamiento del agua de la red, la presencia de ácido isocianúrico en el agua de la piscina, aumenta a medida que el agua va recirculando por el sistema, a pesar de que exista una renovación de parte del agua. A fin de acortar esta carga progresiva de subproductos de la desinfección la mayoría de reglamentaciones sobre piscinas prevén al menos un vaciado anual.

Los niveles de ácido isocianúrico más altos de los medidos se dan en las dos piscinas situadas al aire libre y aumentan notoriamente durante los meses estivales que corresponden tanto a los de mayor radiación solar como a la de mayor afluencia de bañistas.

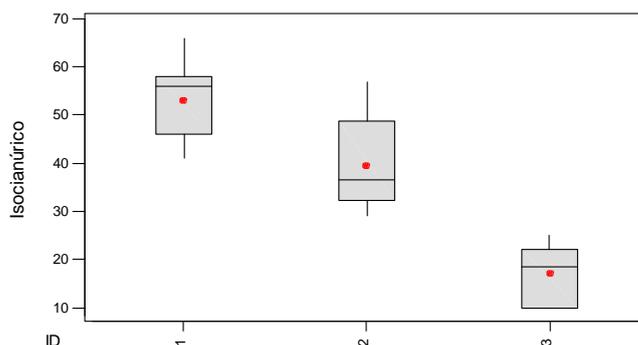


Gráfico 2. Concentraciones de ácido isocianúrico medidas en las piscinas.

El gráfico 2 muestra las concentraciones de ácido isocianúrico medidas en las muestras de cada una de las piscinas, la media en cada grupo queda indicada por el círculo rojo (53.14, 39.5 y 17.14 mg/l). La diferencia de concentraciones de ácido isocianúrico en los tres grupos es importante, esto puede ser debido principalmente a la situación de la piscina, la primera caja corresponde a la piscina situada al aire libre, estas muestras son las que presentan valores más altos de ácido isocianúrico, seguidas del segundo grupo de muestras, que corresponde a la piscina transformable, que en los meses de verano permanece al aire libre y en invierno la cubren para uso deportivo-recreativo, esto puede indicar la posición intermedia de la concentración de ácido isocianúrico al sufrir el cloro la degradación del sol en los meses estivales y necesitar mayor adición de estabilizante, volviendo a disminuir esta concentración en los meses más fríos, en los que la piscina permanece cubierta. Los valores más bajos de ácido isocianúrico quedan reflejados en la muestra tercera tomados en la piscina cubierta.

5. Conclusiones

El ácido isocianúrico se acumula al cabo de semanas de tratamiento y el exceso en el agua puede ser perjudicial para la salud, además de impedir que el ácido hipocloroso (HClO) actúe eficazmente sobre los microorganismos. El nivel de ácido isocianúrico en piscinas debe mantenerse entre 25 y 75 mg/l y las asociaciones de salud pública recomiendan que la concentración nunca exceda de 100 mg/l para mantener o llevar agua por debajo de este umbral se renueva una parte de está cada cierto tiempo.

Aunque el volumen de agua destinada a uso lúdico no deja de ser un porcentaje reducido del total de consumo de agua que la actividad humana conlleva, este volumen supone un impacto cualitativo desde el momento en que:

- Los bañistas en general y, en mayor medida, los deportistas admiten por tres vías diferentes (dérmica, inhalación e ingestión) sus contaminantes químicos.

- El proceso de depuración necesita el renove del 5% del agua del vaso para eliminar el ácido isocianúrico que se va acumulando en el agua de la piscina.

Todo ello motiva la búsqueda de alternativas viables, tanto tecnológica como económicamente al sistema de depuración, puesto que se plantean numerosos inconvenientes de salud, ambientales y de mantenimiento.

Se debería buscar sistemas de depuración que intentaran evitar el malgasto del agua. También se debería controlar ese 5% de volumen de agua obligatorio de renovación, ya que ese volumen puede variar dependiendo del filtro que se use, afluencia, el tratamiento... Es evidente que una piscina bien tratada necesitará una menor dilución del agua del vaso, si conseguimos mediante un tratamiento complementario eliminar el ácido isocianúrico y así evitar esta renovación del agua podríamos conseguir un ahorro diario de 9.000 millones de litros de los que hemos hablado con anterioridad, además de la eliminación de un vertido y un elevado ahorro energético y medioambiental. Sin embargo resulta sorprendente comprobar como la normativa no contempla de una forma clara estas alternativas de mejora apostando por tratamientos más tradicionales que implican unos gastos tanto medioambientales como económicos.

El valor óptimo en el agua del ácido isocianúrico se sitúa entre 25 y 50 mg/l. Un exceso (por encima de 75 mg/l) complica enormemente el mantenimiento y lo ideal es renovar parte del agua para alcanzar de nuevo los niveles óptimos. Un valor de isocianúrico por debajo de 15 mg/l hace que el cloro libre se quede prácticamente sin protección contra la radiación ultravioleta del sol y el cloro se descompone antes de actuar en la piscina. Por lo que es necesario el control del ácido isocianúrico en el agua de la piscina para la óptima calidad del agua.

Las leyes de mantenimiento y sanidad, obligan al cumplimiento de normas de vaciado del contenido del vaso de una piscina de uso público, para preservar la "salubridad" del agua. Básicamente esta norma se diseñó como estrategia para ir renovando el agua que se va saturando principalmente por los productos empleados para su desinfección. Es como la pescadilla que se muerde la cola: Más uso, más desinfectantes y tratamiento, por lo tanto se requiere un vaciado preventivo para renovar el agua que se satura de estos residuos.

Referencias

- [1] APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Pollution Control Federation), 1992, Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A.
- [2] Blatchley III, E. R., XIE, Y. Disinfection and antimicrobial processes. Water Environment Research, v. 67, n.4, p. 475-481, 1995.
- [3] Dychdla, G. R. - Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCH, S. S. (Ed.) Disinfection, sterilization and preservation, 4.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p. 131-151.
- [4] Grasa Martínez, C. Estudio sobre métodos de tratamiento del agua en piscinas y subproductos de la desinfección. Proyecto de Especialidad de Higiene Industrial. INSHT, Barcelona, 2004.
- [5] Pinto, B. Rohrig, "Use of chloroisocyanurates for disinfection of water", Journal of Chemical Education, Vol. 80, pp. 41-44, 2003.
- [6] Villiers, M. Agua. El destino de nuestra fuente de agua más preciada. Península/Atalaya, 2001.
- [7] Estimation of health risks and safety from exposures to chlorine and chloroform for swimmers in pools. Maryland: National Association of Gas Chlorinators, 2000. 62p.

[8] Libro Blanco del Agua. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. LBA. 2000

[9] http://www.c3.org/chlorine_knowledge_center. Chlorine Chemistry Council. Información general sobre el cloro y sus usos.

Correspondencia

Marina Corral Bobadilla
Universidad de La Rioja
Departamento de Ingeniería Mecánica
Área de Proyectos de Ingeniería
Edificio Departamental - C/ Luis de Ulloa, 20
26004 Logroño, La Rioja
Phone: 941 299 274 / 651 56 9214
E-mail: marina.corral@uniroja.es