



# Mantenimiento *de las piscinas*



## INTRODUCCIÓN

# Mantenimiento de las piscinas



## teoría & práctica

**Química del agua**  
**Técnicas de desinfección**  
**Problemas más importantes**

Una piscina le da a la casa y al jardín del que la posee una dimensión suplementaria: bonita, deportiva, relajante, agradable, sana,... la piscina debe brindar cierta satisfacción.

Pero, desafortunadamente, ocurre demasiado a menudo que la piscina se convierte en una fuente de problemas de todo tipo: el agua se enturbia, la membrana de estanqueidad se decolora, se desarrollan en ella determinadas enfermedades infecciosas, los ojos y la piel se irritan por un exceso de productos químicos,...

Pero no tiene porqué ser así: con un mantenimiento adecuado de la piscina, se pueden evitar fácilmente la mayoría de los problemas. Sólo es necesario saber hacerlo correctamente.

Este es el objetivo de este documento. Está dirigido a todos los que deseen saber más sobre los productos químicos y los equilibrios naturales que se producen en el agua. Despues de la teoría sobre el tratamiento del agua, describiremos los principales problemas prácticos que pueden plantearse. Se darán ejemplos por medio de fotografías que ilustrarán estos problemas.

Alkor Draka

# 1 QUÍMICA DEL AGUA

## 1. La utilización de los productos químicos

Son considerados productos químicos aquellos que contienen un agente activo en una concentración elevada. Por esta razón pueden provocar reacciones químicas marcadas. Conviene evitar dichas reacciones, ya que son difícilmente controlables y, como consecuencia, pueden llegar a ser incluso fuentes de riesgos.

De esta forma, un trabajo completamente seguro con estos productos implica la dilución del agente activo antes de dejarlo actuar. Las reglas principales son las siguientes:

El producto que presenta la densidad más elevada debe añadirse al producto cuya densidad sea la más baja, y nunca a la inversa. De esta forma, ambos productos se mezclarán con mayor facilidad. Por ejemplo, si se trabaja con ácidos o con álcalis, se verterá el ácido o el álcali en el agua, y nunca el agua en el ácido o en el álcali. Con esto se evitará que salgan proyectados productos peligrosos.

La dilución de los ácidos o de los álcalis produce mucho calor. Por lo tanto, hay que estar atento para no quemarse.

Es necesario evitar cualquier contacto con la piel, los ojos, la ropa, el suelo, los metales, etc. En caso de contacto, enjuague inmediatamente y durante mucho tiempo con abundante agua.

En ningún caso se deben mezclar los productos en su forma concentrada.

Los productos de desinfección no deben entrar nunca en contacto con la membrana. Los granulados de disolución rápida deben disolverse primero en un poco de agua (por ejemplo, en un cubo) y las pastillas de disolución lenta se deben colocar en el skimmer o en un dosificador. Sólo se pueden echar directamente al agua los polvos de disolución rápida. El principio de utilización de estos polvos se basa en su completa disolución antes de que lleguen al fondo de la piscina.

Cualquier aportación de productos químicos al agua de la piscina se debe realizar con la bomba de circulación en funcionamiento.

Para los productos fuertemente concentrados, la concentración se expresa en tanto por ciento. Para las diluciones, se habla generalmente de ppm (=partes por millón); es decir, una parte de peso por millón de partes de peso (por ejemplo, miligramos por kilo, gramos por tonelada, etc.). Para concentraciones bajas, un litro de agua pesa un kilo aproximadamente, lo que significa que un ppm puede indicar también un miligramo por litro.

## 2. El PH

### ¿Qué es el pH?

El pH (potencial hidrógeno) es una cifra que expresa la concentración de iones de hidrógeno en el agua. El agua ( $H_2O$  o  $HOH$ ) se disocia, en una pequeña parte, en iones hidroxilos negativos ( $OH^-$ ) y en iones de hidrógeno positivos ( $H^+$ ).



El producto de las concentraciones de  $H^+$  y  $OH^-$  es siempre el mismo:

$$(H^+) \times (OH^-) = 10^{-14}$$

Cuando las dos concentraciones son equivalentes (agua neutra), obtenemos:

$$(H^+) = (OH^-) = 10^{-7} \text{ o el pH} = 7$$

(el pH es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno)

Si se añade al agua neutra un consumidor de iones de hidrógeno, una parte del agua reacciona hasta que se obtiene de nuevo:

$$(H^+) \times (OH^-) = 10^{-14}$$

$$\text{ejemplo: } (H^+) = 10^{-9} \text{ en } (OH^-) = 10^{-5} \text{ (pH=9)}$$

En este caso, el agua es "alcalina" o "básica" ( $pH > 7$ )

En el otro caso, cuando se añaden iones de hidrógeno (o un consumidor de iones hidroxilos), el equilibrio se modificará de forma que se obtendrá de nuevo:

$$(H^+) \times (OH^-) = 10^{-14}$$

$$\text{ejemplo: } (H^+) = 10^{-3} \text{ en } (OH^-) = 10^{-11} \text{ (pH=3)}$$

Ahora el agua es "ácida" ( $pH < 7$ )

### ¿Cómo medir el pH?

Existen muchas posibilidades para medir el pH:

El medio más fácil y más preciso es la utilización de un aparato electrónico, como los que ya venden muchos distribuidores de productos de tratamiento del agua. Este pequeño instrumento no es caro y tiene una larga vida útil. No se olvide de preguntar a su distribuidor si el aparato ha sido calibrado sobre una solución estándar ( $pH = 7$ ).

Los indicadores líquidos de pH son colorantes de los que se añaden algunas gotas a una muestra de agua de la piscina. El color depende del pH y puede ser comparado con una escala. La interpretación del color debe hacerse en todo caso con cierta prudencia. Así, por ejemplo, si el

color indica el pH más bajo en la escala (en general pH 6,8: amarillo), esto puede significar que el pH se encuentra posiblemente muy por debajo del valor que se ha leído en la escala. La misma observación vale cuando se obtiene el color correspondiente al pH más elevado de la escala (en general, el rojo). Estos indicadores del pH se encuentran a menudo en los estuches de análisis para desinfectantes (cloro activo, etc.).

A veces se encontrará con indicadores de pH en papel. Son tiras de papel que se decoloran cuando se las sumerge en el agua durante algunos segundos. Para la interpretación del color resultante, es conveniente tener en cuenta las mismas indicaciones que para los indicadores líquidos. La interpretación de los colores es aún más difícil.

#### Cambiar el pH:

Se puede corregir el pH mediante la adición de ácidos o de bases.

#### Aumentar el pH (adición de bases):

El carbonato sódico ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - pH-más) es el producto más utilizado. Se presenta a menudo en polvo que se puede verter directamente en el agua. Si se presenta granulado se deberá disolver antes de verterlo. La utilización del carbonato sódico no supone ningún riesgo especial.

A veces también se utiliza la sosa cáustica ( $\text{NaOH}$ ). Este producto no se debe verter nunca en estado puro en la piscina; los granulados se deben disolver antes: 1 kilo para 10 litros. Durante la disolución el agua se calienta fuertemente. Además, esta disolución es bastante lenta. Es mejor, por todas estas razones, comprar la sosa cáustica en solución.

#### Bajar el pH (adición de ácidos):

El bisulfato sódico ( $\text{NaHSO}_4$  - pH-menos), se vende en polvo y se puede añadir directamente al agua. Es el producto más utilizado.

Cuando se utiliza un ácido, como es el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) o el ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) es importante res-

petar las normas de seguridad recomendadas. Se deben diluir siempre previamente ( $\pm 10\%$ ) antes de verterlos en el agua de la piscina.

Las cantidades de ácido o de base necesarias para la modificación del pH dependen de la alcalinidad del agua, tal como aparece indicado en el cuadro sinóptico (véase arriba).

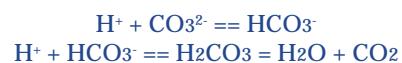
### 3. La alcalinidad (TAC)

#### TAC - la teoría

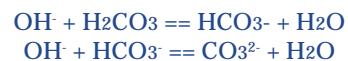
La alcalinidad indica el grado de resistencia a las fluctuaciones del pH. Cuanto más elevada es la alcalinidad, más difícil es cambiar el pH (para una variación igual del pH, es necesaria una mayor cantidad de ácido o de base). La presencia de gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ), en sus diferentes formas, es la fuente de alcalinidad más importante. Según el pH, se encontrará este gas en forma de carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ : caso de pH elevado) o de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ : pH neutro).

Los mecanismos de la reacción son:

adición de un ácido:



adición de una base:



Las ecuaciones anteriores muestran cómo se consumen los iones  $\text{H}^+$  y los iones  $\text{OH}^-$  de forma que el pH no cambia. Una buena resistencia a las fluctuaciones del pH es necesaria para permitir un equilibrio estable del agua.

#### Medir y corregir el TAC:

La alcalinidad depende ante todo de la temperatura y de la presión imperante encima del agua. El agua del grifo limpia alcanza fácilmente un TAC > 400 ppm. Una vez que el agua cae a la piscina, el TAC desciende bastante rápidamente a 200 ppm (a unos 16°C). La razón de ello es que una parte del gas carbónico se evapora como consecuencia de una disminución de presión. Si posteriormente se calienta el agua, el TAC bajará a 100 ppm (unos 26°C) e incluso puede bajar más a temperaturas superiores.

Es posible medir el TAC mediante la valoración del agua con la ayuda de un ácido, en presencia de un indicador de pH. Para hacer esto, se va añadiendo el ácido gota a gota, hasta que el indicador se decolora. Se pueden encontrar comercializados estuches de análisis estándar.

pH 7,6 → pH 7,2		pH 7,2 → pH 7,6	
TAC	$\text{NaHSO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	
ppm $\text{CaCO}_3$	g/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	
100	25	17	
200	50	33	
300	75	50	
500	125	83	

También es posible calcular el TAC utilizando el cuadro sinóptico anterior (véase el apartado 2) al cambiar el pH del agua de su piscina.

La mejor forma de cambiar el TAC consiste en corregir la temperatura del agua. Al bajar la temperatura del agua va a disolverse gas carbónico en la misma, provocando así un aumento del TAC. Es igualmente posible modificar el TAC añadiendo productos químicos: la adición de bicarbonato sódico ( $\text{NaHCO}_3$ ) aumentará el TAC. Pero este efecto es de corta duración, ya que si no se baja la temperatura al mismo tiempo, el gas carbónico se escapará del agua.

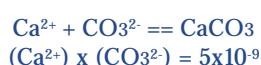
**valoración** = añadir el producto gota a gota al agua, hasta que el indicador cambie de color y observar seguidamente la cantidad de producto añadido.

**indicador** = complemento de una valoración, que tiene la propiedad de cambiar de color según el pH, según el potencial redox o dentro de un complejo.

#### 4. La dureza (TH)

La dureza del agua indica la concentración de iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y de magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) en el agua. Una dureza elevada significa que existen riesgos de formación de depósitos calcáreos, lo que es malo para los intercambiadores de calor, las resistencias de los calentadores eléctricos, la estética de la línea del agua, etc. En el caso de una dureza demasiado baja, los metales serán más sensibles a la corrosión (una débil capa de depósito calcáreo protege los metales).

Los elementos calcáreos (carbonato cálcico) son poco solubles. Esta solubilidad responde igualmente a una constante de equilibrio:



Si la concentración de los carbonatos aumenta, por ejemplo, en el caso de un aumento del pH (véase el apartado sobre la alcalinidad), la concentración del calcio debe disminuir de forma que el producto de las concentraciones sea de nuevo igual a  $5 \times 10^{-9}$ . Esto sólo es posible por la formación de elementos calcáreos.

La dureza del agua puede estar determinada mediante una valoración con A.E.D.T (ácido etilendiaminotetracético) en presencia del indicador negro de eriocromo. Es preferible que este análisis lo realice un laboratorio. En el caso del agua del grifo, este dato está disponible generalmente por parte del suministrador.

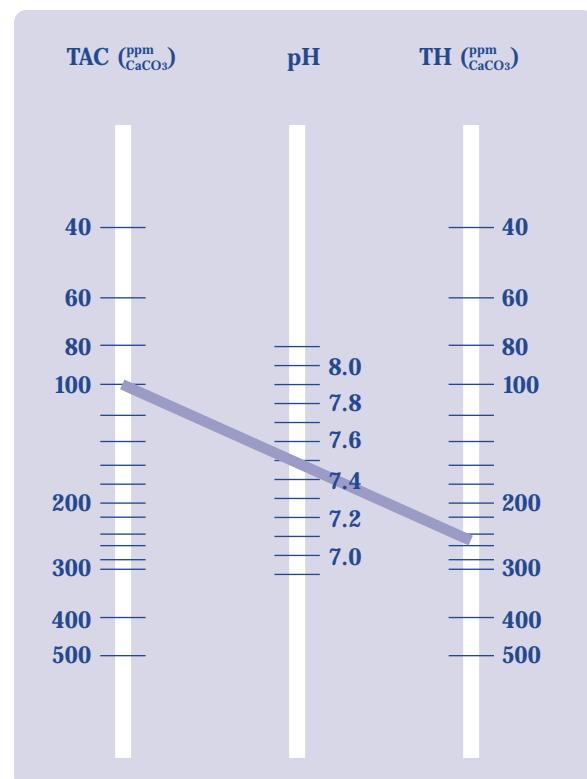
No es fácil bajar el TH del agua. Lo mejor es utilizar un ablandador de agua. En este procedimiento los iones de calcio son captados e intercambiados por iones de sodio. Otra forma de remediar una dureza demasiado elevada del agua es la adición de productos anticalcáreos. Estos son productos químicos que forman complejos solubles con los iones de calcio y magnesio. La utilización de dichos productos hace subir la escala de dureza en la balanza de Taylor, lo que permite mayores márgenes para el TH.

Una subida del TH se obtiene fácilmente mediante la adición de sales de calcio, como es el cloruro cálcico ( $\text{CaCl}_2$ )

#### 5. Relación entre alcalinidad, dureza y pH

De todo lo anterior se desprende que la alcalinidad, la dureza y el pH están enormemente vinculados. Esta relación queda expresada en la tabla siguiente, la "balanza de Taylor":

El agua se encuentra en equilibrio cuando es posible trazar una línea recta a través de los valores del pH, la alcalinidad y la dureza. Un ejemplo típico es la situación en la que la alcalinidad es de 100 ppm, la dureza de 250 ppm y el pH de 7,5.



# 2 TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN

## 1. Oxidación

Las materias orgánicas, microorganismos y elementos tóxicos como son los nitritos y los sulfitos son destruidos por los agentes oxidantes.

La D.C.O (demanda química de oxígeno) indica la proporción de materias oxidables en el agua. Queda determinada mediante valoración con ayuda del permanganato potásico (por tanto, además de D.C.O. se habla a veces de consumo de permanganato por el agua).

La D.C.O. debe mantenerse por debajo de 4 ppm. De no ser así, esto significa que hay un exceso de impurezas no oxidables debido al sistema de desinfección utilizado en el agua de la piscina. Será necesario entonces cambiar el agua de la piscina.

El poder de oxidación de un desinfectante se mide como una tensión eléctrica y se denomina potencial redox. Ciertos sistemas automáticos utilizan esta medida para regular la cantidad de productos oxidantes añadidos al agua. En este caso, los sistemas deben mantener el potencial redox por encima de 670 milivoltios.

El potencial redox depende de la naturaleza y de la concentración del producto oxidante. Este último parámetro puede quedar igualmente determinado por la decoloración del O.T.O. (orto-tolidina, de color naranja), o mejor aún, con ayuda de la D.P.D (dietilen-fenil-diamina, de color violeta).

## 2. Lucha contra los microorganismos

Los microorganismos más corrientes en las piscinas son los siguientes:

Los VIRUS son organismos que se sitúan en la frontera entre la materia viva y la materia inerte. Cuando un virus es absorbido por una célula del cuerpo, se producen interacciones con ésta que pueden provocar una multiplicación del virus. Fuera de una célula, el virus se comporta como una materia química inerte y no presenta el menor signo de actividad.

Las BACTERIAS son el grupo más importante de los microorganismos. Dada la diversidad de sus formas y dimensiones, es muy difícil dar una definición general de las mismas. Ciertas bacterias son patógenas y por ello se las debe combatir.

Las ALGAS necesitan luz, aire y agua permanentemente. Es fácil combatirlas aunque, en ausencia de biocidas, pueden proliferar a veces a una velocidad asombrosa y darle un color verde al agua. Para crecer necesitan gas car-

bónico, fosfatos y nitratos. Esta es, por otra parte, la razón por la que se evita la utilización de fosfatos como agentes anticalcáreos. Las algas no son patógenas. Sus principales inconvenientes son sobre todo de tipo estético, aunque también colmatan los filtros y aumentan la D.C.O. Algunas algas provocan manchas sobre el revestimiento de estanqueidad.

Dado que los MOHOS se alimentan por oxidación de materias orgánicas, es importante mantener la D.C.O. del agua lo más baja posible. Además, los mohos son poco sensibles a los desinfectantes, ya que forman esporas con facilidad. Los mohos son a menudo responsables de diversas irritaciones de la piel. A veces aparecen debajo de la membrana mohos que producen colorantes que manchan el revestimiento. Por lo tanto, es importante desinfectar el suelo antes de colocar la membrana.

La desinfección de las aguas de piscina tiene como objetivo acabar con cualquier actividad microbiológica e incluso destruir una determinada cantidad de microorganismos. Sin embargo, la desinfección no es sinónimo de esterilización, ya que algunos de estos microorganismos son capaces de pasar a un estado de no actividad (por ejemplo, formación de esporas) en el que no crecen ni se multiplican, aunque siguen existiendo. En cuanto el medio ambiente les vuelve a ser favorable (ausencia de tratamiento), recobran su estado activo y pueden multiplicarse rápidamente. Por lo tanto, es importante estar atento y vigilar que el agua de la piscina se mantenga permanentemente en un ambiente desfavorable para estos organismos.

Además de los productos oxidantes, existen igualmente productos que, sin ser oxidantes, poseen un poder desinfectante. Estos son considerados tóxicos para los microorganismos. Estos agentes se utilizarán en concentraciones no nocivas para el hombre.

Las técnicas de desinfección se basan normalmente en uno de los mecanismos siguientes o en una combinación de los mismos:

Modificación de la permeabilidad de la pared de la célula del organismo. De esta forma, dicho organismo ya no puede absorber alimentos ni excretar los residuos. Entre estos productos, figuran los tensioactivos o detergentes (por ejemplo, los compuestos cuaternarios del amonio, los productos antialgas).

Reacción con enzimas y proteínas, con el objeto de perturbar los procesos vitales de la célula. Por ejemplo, los productos oxidantes (cloro, bromo, oxígeno activo), así como los compuestos organosulfurados, los metales pesados (cobre, plata, arsénico, etc.) y los aldehídos. Así,

por ejemplo, el cloro o el hipoclorito atravesará las paredes de la célula y reaccionará con las proteínas, formando cloraminas.

Los fenoles clorados, al igual que los alcoholes, provocan la formación de suspensiones coloidales en el citoplasma, lo que perturba los procesos vitales de la célula. Sin embargo, no se utiliza este tipo de productos en las piscinas.

### 3. Desinfección - resumen de las técnicas

Todas las técnicas de desinfección de piscinas se basan en la combinación de un biocida con un producto oxidante: se utilizan bien dos productos de los que cada uno presenta una de estas propiedades, o un solo producto que reúna ambas propiedades.

#### Productos que contienen cloro

La acción de todos estos productos se basa en el poder oxidante y las propiedades desinfectantes del ácido hipocloroso. Según el pH, este último se puede disociar para formar hipoclorito:



Esta reacción de equilibrio se produce sobre todo con un pH entre 7 y 8: para un pH de 7, ésta se encuentra en un 70% bajo la forma de HOCl, mientras que para un pH de 8, sólo se encuentra en un 20%. Esto implica que el pH del agua de la piscina debe corresponder exactamente a las indicaciones dadas por el fabricante.

Las condiciones normales para una buena desinfección son las siguientes:

de 0,7 a 1,2 ppm de cloro  
pH entre 7,2 y 7,6

En caso de plantearse problemas (por ejemplo, proliferación rápida de algas) o al comienzo de la temporada de utilización de la piscina, es necesario realizar una desinfección en profundidad. Las condiciones en este caso son las siguientes:

10 ppm de cloro pH = 7,2

Se puede medir la tasa de cloro mediante la decoloración de la O.T.O. o de la D.P.D.

Se aconseja añadir un estabilizador al agua, para evitar un consumo demasiado rápido de hipoclorito. El estabilizador más utilizado es el ácido isocianúrico, del que se añaden unas 30 ppm al agua. Si hay demasiado estabilizador en el agua, disminuirá demasiado su potencia de desinfección.

Solo los cloro-isocianuratos provocan una disminución del pH, todos los demás productos a base de cloro lo hacen subir.

El hipoclorito activo se produce por la reacción entre un producto que contiene cloro y el agua. A continuación se enumeran las diferentes formas en que se encuentra en el mercado:

a. La lejía es una solución alcalina diluida de hipoclorito sódico ( $\pm 13\%$ ). Es, con mucho, la fuente más barata de hipoclorito aunque, debido a su concentración bastante baja, es necesario almacenarla en grandes cantidades. Este producto puede verterse directamente en el agua de la piscina, con la condición de que la bomba de circulación se encuentre en marcha. La lejía conlleva un fuerte aumento del pH, por lo que hace falta corregir este último con bastante regularidad. Debido a su utilización bastante complicada, la lejía se utiliza raras veces en las piscinas privadas.

b. Los di- y tri-cloro-isocianuratos poseen una proporción de cloro bastante elevada. Además, se comercializan en forma sólida, lo que facilita su empleo. Las pastillas de disolución lenta son un medio excelente para desinfectar las piscinas durante períodos prolongados, sin que sea necesaria la intervención humana. Las pastillas y granulados no se pueden echar nunca directamente a la piscina. Generalmente los skimmers prevén un espacio adaptado para contener estos productos.

Dado que los di- y tri-cloroisocianuratos contienen ya un estabilizador, no es necesario añadirlo separadamente al agua de la piscina. Sin embargo, esta característica presenta un inconveniente: si la piscina se desinfecta sólo con estos productos, nos encontraremos antes con un exceso de estabilizador. Por lo tanto, se deberá renovar el agua más a menudo.

c. El hipoclorito cálcico se comercializa igualmente en forma sólida, lo que facilita su manipulación. No contiene estabilizadores. El hipoclorito cálcico sólo se debe utilizar para aguas blandas, ya que aumenta la dureza de las mismas.

d. El hipoclorito de litio es el menos conocido. Se comercializa igualmente en forma de granulados, y no parece que aumente la dureza del agua.

e. La electrólisis de la sal produce hipoclorito sin que haya que añadir al agua productos a base de cloro. Los equipos automáticos que la producen pueden ser regulados con gran precisión.

f. El cloro gaseoso se utiliza muy escasamente, ya que la manipulación de este producto conlleva algunos riesgos.

## TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN

Además, esta técnica tiene una incidencia bastante importante sobre el pH.

g. El dióxido de cloro es un desinfectante casi tan potente como el hipoclorito, aunque posee un olor menos penetrante. La producción de dióxido de cloro se debe realizar en condiciones muy precisas, lo que requiere una instalación automatizada. Esta técnica se utiliza raras veces.

### **Productos que contienen bromo**

Estos productos trabajan siguiendo el mismo principio que el hipoclorito. El pH es menos importante: hasta un pH de 8, queda del mismo un 80% en forma de HOBr. Las concentraciones normales de utilización son:

de 1 a 2 ppm de bromo  
pH de 7,2 a 8,0

Una desinfección en profundidad se llevará a cabo con ayuda del hipoclorito (véase el apartado anterior).

La proporción de bromo también se mide con la O.T.O o la D.P.D.

El bromo podría verterse en forma líquida pura en el agua pero, como ocurre con el cloro puro, esto no se hace normalmente, ya que es peligroso. Las formas más utilizadas son las siguientes:

a. Derivados sólidos: moléculas que contienen bromo y cloro. Son pastillas de disolución lenta que necesitan un dosificador especial.

b. Procedimiento indirecto: se añade al agua una sal de bromuro. El bromuro se activa por la adición de un oxidante más fuerte (hipoclorito u oxígeno activo), lo que forma el hipobromito.

### **Combinación de hipoclorito y metales**

Se puede disminuir la cantidad de hipoclorito que hay que añadir en el agua cuando la desinfección se sostiene mediante la presencia de metales. Para conseguirlo, se utilizan a veces el cobre y la plata.

Una concentración de unas 0,5 ppm de cobre disuelto confiere al agua propiedades algicidas. La plata es un biocida de espectro más amplio, aunque debido a su toxicidad y a su precio elevado, la proporción de plata se mantiene en 0,01 ppm aproximadamente. Estas concentraciones de metales permiten bajar la proporción de hipoclorito entre 0,2 y 0,5 ppm (para el pH, desinfecciones en profundidad, etc., véase el apartado sobre el hipoclorito).

La presencia de metales disueltos en el agua de piscina provoca a veces la formación de manchas en la mem-

brana. Estas manchas pueden deberse a varias causas: depósitos de sales metálicas, depósitos por efectos electroquímicos o por reacción entre los metales y gases, pudiendo éstos ser producidos por bacterias.

Los metales se añaden al agua en forma de sales solubles (por ejemplo, sulfato de cobre) o por electrólisis de electrodos metálicos (los sistemas electrofísicos o electro-iónicos).

### **Combinación del oxígeno activo y de los tensioactivos**

El oxígeno activo es demasiado inestable para asegurar una desinfección permanente del agua. En cualquier caso, puede ser eficaz en combinación con determinados tensioactivos.

El agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) y el persulfato potásico son las formas más conocidas del oxígeno activo. La concentración necesaria depende, sobre todo, del sistema: 30 ppm una vez al mes, 10 ppm una vez a la semana, etc. Una desinfección a fondo se hace con unas 25 ppm. En general, el oxígeno activo tiene tendencia a provocar una disminución del pH, mientras que éste debe mantenerse entre 7,2 y 7,6. La proporción de oxígeno activo se puede medir con ayuda de la D.P.D. o de la O.T.O.

Los tensioactivos son sales de amonio cuaternario o derivados de la diguanina. Durante la desinfección, casi no llegan a consumirse. Sin embargo, el consumo aumenta con la dureza del agua. Según el sistema, son necesarias de 20 a 40 ppm permanentemente en el agua.

### **Los rayos ultravioleta y el ozono**

Como consecuencia de su fuerte agresividad, el ozono y los rayos ultravioleta no deben entrar en contacto directo con el hombre. Entran en contacto con el agua al nivel del circuito del agua entre la bomba y el filtro. La desinfección de la piscina (paredes, fondo, etc.) se obtiene añadiendo otro producto desinfectante directamente en la piscina (hipoclorito o hipobromito). El ozono (que es en realidad un forma de oxígeno activo) se produce mediante un aparato que dispone de una corriente de aire. Debido a la alta tensión que se crea entre dos electrodos, se produce ozono en esta corriente de aire. Esta corriente de aire enriquecida con ozono llega al agua justo después de la bomba de circulación. El exceso de ozono queda separado del agua a la altura del filtro. El aire utilizado debe ser seco para evitar que el ozono tienda a provocar una disminución del pH.

Con el método por rayos ultravioleta, el agua es conducida a lo largo de una serie de lámparas que producen rayos ultravioleta. Por lo que se sabe, esta técnica no ejerce ninguna influencia sobre el pH.

# 3 PROBLEMAS MÁS IMPORTANTES

## 1. Contaminación de la línea del agua

La línea del agua es, sin duda alguna, uno de los lugares más sensibles para la formación de depósitos, principalmente debidos a los elementos calcáreos o a las grasas que se encuentran en la superficie del agua.

Los elementos calcáreos se depositan encima de la línea del agua formando una costra dura y granulosa de color beige. Cuando aparecen también metales en el agua, el color del depósito puede variar: amarillo, verde, marrón, etc. El depósito se origina en un agua demasiado dura o en un agua con un pH demasiado elevado. La presencia de metales en el agua es generalmente consecuencia de una corrosión (bomba, escalera, tubos, etc.) o de la utilización de productos químicos que contienen metales.



1. Formación de un depósito calcáreo en la línea del agua.

Manteniendo el pH bajo control o, en el caso de un agua demasiado dura, se pueden evitar fácilmente estos problemas de depósitos, mediante la adición de productos secuestrantes. Si continúan los problemas a pesar de todo, se puede limpiar el depósito calcáreo bajando un poco el nivel de la línea del agua y aplicando un ácido o un limpiador ácido sobre el depósito calcáreo. Después de un cuarto de hora aproximadamente, se puede eliminar el depósito, restableciéndose luego el estado inicial del nivel del agua.

Las grasas, los condensados de aire contaminado (gas de escape, humos), el aceite solar, etc., forman un depósito graso en la línea del agua. El color puede variar del amarillo al marrón e incluso al negro. Cuando estos depósitos no se limpian regularmente, pueden impregnar fuertemente la membrana de estanqueidad y, si se da esta situación, la limpieza ya no es posible.

Por ello es muy importante limpiar regularmente la línea del agua con una esponja húmeda. Con más razón hay que hacerlo si la piscina se encuentra cerca de industrias o de carreteras con mucho tráfico. La utilización de deter-



2. Depósito de grasa en la línea del agua, debido a una mala aspiración por los skimmers.

gentes facilita notablemente la operación de limpieza. En el caso de manchas especialmente tenaces, se pueden utilizar productos desengrasantes (tricloroetileno, etc.).

Las membranas de estanqueidad Alkorplan 2000® están recubiertas con una capa de barniz, gracias a la cual disminuyen sensiblemente las incrustaciones de grasas. Por otro lado, se tendrá especial cuidado de no utilizar ningún disolvente, sobre todo con este tipo de membrana, ya que esto podría deteriorar la superficie de la membrana.

## 2. Contaminación del agua de la piscina

Las hojas muertas, los insectos, etc. deben ser retirados regularmente del agua de la piscina, ya que pueden coloar la membrana de estanqueidad.

La presencia de metales (óxido, manganeso, etc.) colorean casi siempre el agua de la piscina. A veces estos metales se depositan en la línea del agua (véase el apartado anterior) o sobre el fondo de la piscina. Estos depósitos pueden limpiarse con un ácido. Por lo que se refiere a los metales pre-



3. Depósito de óxido.



4. Manchas debidas a las "algas incoloras".

sentes en el agua, se pueden eliminar aumentando el pH a 9 (valor en el que los metales se vuelven insolubles en el agua). Se añaden entonces agentes floculantes, se filtra, se enjuaga el filtro y se restablece un pH de valor normal.

Cuando no se han utilizado los productos de desinfección en cantidad suficiente, puede producirse una proliferación de algas con gran rapidez. En la fase de comienzo del desarrollo de las algas, el agua aparecerá "grasa". En determinados casos, el agua no se colorea, pero se deposita una masa gelatinosa e incolora sobre las paredes y el fondo de la piscina. Esta masa se hace opaca y se vuelve oscura cuando se pisa. Estas manchas oscuras son bastante difíciles de eliminar. Sólo un producto desengrasante puede contribuir a eliminarlas.



5. Presencia de algas verdes.

Sin embargo, el agua se volverá generalmente verde, e incluso a veces roja o negra. Al añadir una dosis suficiente de producto desinfectante y con una filtración continua, se puede restablecer la limpieza del agua.

La utilización de una cubierta disminuirá también considerablemente el riesgo de proliferación de algas.

### 3. Coloración de la membrana

Cuando se desarrollan microorganismos detrás de la membrana de estanqueidad, se puede producir una coloración de dicha membrana. Esto puede producirse también en el caso de residuos de procesos de putrefacción (alcantarillas rotas, suelo sobresaturado de abono, etc.), cuando estos se difunden a través de las grietas del hormigón o de las juntas y alcanzan así la membrana.

Las medidas que se deberán recomendar consistirán en un tratamiento desinfectante (Alkorplus 81052) del soporte antes de colocar la membrana, la eliminación de las infiltraciones de agua subterránea (mediante obturación de las grietas y de las juntas o mediante drenaje), igual que un tra-



6. Presencia de micro-organismos detrás de la membrana.

tamiento preventivo con Alkorplus 81059, ya que la mayoría de las veces, no se pueden eliminar estas manchas.

Se deberá prestar especial atención cuando se trate de obras de renovación de una piscina existente. En efecto, al vaciarse la piscina, la presión del agua subterránea puede provocar un agrietamiento del hormigón.



7. Influencia del soporte sobre la coloración.

En la fotografía de la derecha se puede ver claramente como se ha utilizado una banda autoadhesiva para mantener el fielro en su lugar debajo de la membrana. En el lugar donde se encuentra la banda adhesiva, no se observa ninguna coloración del revestimiento.

A la inversa de lo que ocurre en el caso de la fotografía anterior, en la que la banda adhesiva impedía que los microorganismos colorearan la membrana, puede suceder que la banda adhesiva contenga un colorante que migre dentro del PVC-flexible. (Fotografía 8)



8. Utilización de una banda adhesiva no compatible con la membrana.

Esto puede ocurrir con todos los materiales (elementos del soporte, colas, etc.) que se utilizan a la hora de construir una piscina: de hecho, es primordial que estos materiales sean compatibles con la membrana de estanqueidad, ya que, si no, podrían provocar coloraciones o un envejecimiento acelerado. (Fotografía 9)



9. Los elementos de la pared contienen colorantes que migran dentro de la membrana de estanqueidad.



10. Alteración de la membrana de estanqueidad por productos químicos demasiado agresivos.

El usuario debe ser consciente de que los productos de desinfección que utiliza, que son en realidad productos químicos, deben utilizarse con precaución. La mayor parte de estos productos tienen un elevado poder oxidante y pueden, en altas concentraciones, alterar los pigmentos de los plásticos o de las pinturas. (Fotografía 10)



11. Alteración por productos químicos demasiado agresivos.

La influencia del pH desempeña en este caso un papel importante, ya que determina en gran parte la agresividad de los productos químicos. Así, 1 ppm de cloro activo será 25 veces más agresivo con un pH de 7 que con un pH de 8. Por consiguiente, el pH no deberá ser nunca inferior a 7. (Fotografía 11)

## PROBLEMAS MÁS IMPORTANTES

### 4. Formación de arrugas en la membrana

Las membranas de estanqueidad (especialmente las no reforzadas, tipo "liners") a veces presentan arrugas. Cuando este fenómeno de formación de arrugas va unido a una decoloración y a un endurecimiento de la membrana, se debe a un uso inadecuado de los productos químicos. En la mayoría de los casos, este fenómeno aparece alrededor del tapón de fondo. Esto significa generalmente que se han añadido productos químicos al agua cuando la bomba de circulación no estaba funcionando. En este caso, los productos químicos no se mezclan con el agua de la piscina y se encuentran en altas concentraciones en las partes más profundas de la piscina. A modo de ejemplo, se pueden citar las pastillas de cloro que se colocan en los skimmers: incluso cuando la bomba de circulación no está funcionando, estas pastillas continúan disolviéndose.

Con las membranas, especialmente las no reforzadas, también se pueden observar arrugas cuando hay agua detrás de la membrana. La tensión que antes había mantenido la membrana en su sitio, desaparece en este caso y la membrana comienza a flotar. Luego, resulta a menudo muy difícil volver a colocar el "liner" en su sitio ya que generalmente habrá quedado deformado.



12. Formación de arrugas debidas a una mezcla insuficiente de los productos químicos en el agua.



13. Arrugas debidas a la presencia de agua detrás de la membrana.

