

# Manual del Operador de piscinas, una Guía para el funcionamiento de piscinas

---

Extraído de Pool Operator's Manual  
Asociación de Salud Pública y Asociación ambiental del Estado de Washington, EE.UU.

Traducido por: Lic. Evelyn María Castro de Somoza  
(Responsable Vigilancia de aguas superficiales y de piscinas, Unidad de Salud Ambiental, Ministerio de Salud, El Salvador, Septiembre de 2012)



---

## Objetivo

---

La información recopilada, pretende ser una herramienta adicional para personal de salud ambiental, referente al funcionamiento de piscinas de circuito cerrado, así como dar a conocer la importancia de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, en la calidad del agua de piscinas, para la prevención de enfermedades originadas en aguas de piscinas.

# ÍNDICE

Introducción.....	4
<i>Sección I: Salud y seguridad</i> .....	4
Capítulo 1: Enfermedades y su prevención .....	4
Capítulo 2: Proteger a los bañistas de heridas.....	7
Capítulo 3: Responsabilidad de los propietarios y operarios.....	9
<i>Sección II: Equipo de la piscina</i> .....	9
Capítulo 4: Componentes de la piscina y cuidado por estación .....	9
Capítulo 5: Equipo de operación y mantenimiento de la piscina.....	11
Capítulo 6: Elementos adicionales de la piscina.....	17
<i>Sección III: Los químicos y su uso</i> .....	19
Capítulo 7: Químicos comunes en la piscina.....	19
Capítulo 8: Balance del agua .....	26
Capítulo 9: Pruebas en el agua.....	33
<i>Sección I: Otras instalaciones</i> .....	35
Capítulo 10: Elementos atractivos en parques acuáticos.....	35

## Introducción

La Natación, es una de las actividades más populares de recreación en América, pues permite a la gente relajarse y es una excelente forma de hacer ejercicio.

Debido a la gran cantidad de actividades de recreación acuática, hay un gran número de población expuesta a riesgos asociados con estas actividades.

Las piscinas y spas, pueden generar daños a la salud pública si no son manejados cuidadosamente y con un adecuado mantenimiento.

Tanto el propietario, operador y usuario, tienen la responsabilidad de que su diseño, mantenimiento y uso sean seguros, para proteger la salud.

Para ello, es necesario que los niveles de salud locales realicen una rutina de inspecciones de todas las instalaciones abiertas al público o grandes grupos de personas.

Un balneario o piscina puede estar operado por un municipio, una ciudad, o empresa privada.

El tipo, tamaño y uso de la piscina, determinará el número de personas requerido para mantener el servicio.

Una piscina o balneario municipal, típicamente tiene un equipo de tiempo completo, incluyendo guardavidas, mientras una piscina pequeña sólo puede requerir una persona de medio tiempo para su mantenimiento.

Es muy importante la educación a los usuarios sobre el cuidado de las instalaciones y las indicaciones para el baño.

## ***Sección I: Salud y seguridad***

### **Capítulo 1: Enfermedades y su prevención**

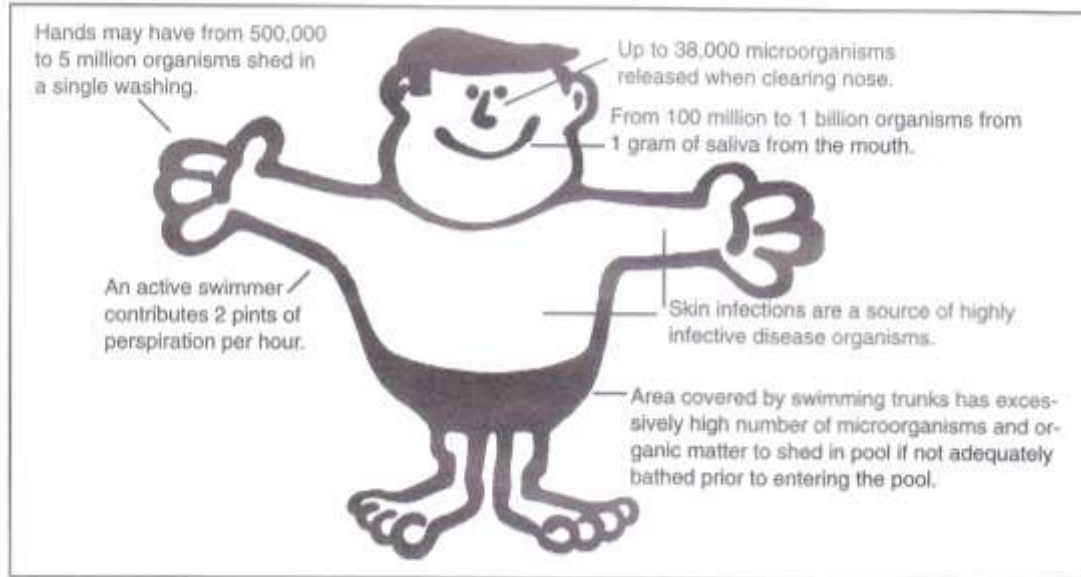
Muchas enfermedades han estado directamente asociadas con las aguas de recreación. Ellas son causadas por microorganismos (gérmenes) como bacterias, virus y protozoarios.

De dónde vienen los gérmenes?

Un gran número de bacterias normalmente viven en nuestro cuerpo:

- Las manos pueden tener de 500,000 a 5 millones de organismos
- Un nadador activo, contribuye a 2 pintas de transpiración (sudor)
- Más de 38,000 microorganismos se liberan cuando se limpia la nariz
- Se pueden liberar 100 millones a 1 billón de microorganismos de 1 gr de saliva en la boca
- Las infecciones de la piel son fuente de organismos altamente infecciosos
- El área cubierta por los trajes de baño, tiene un alto número de microorganismos y materia orgánica que se deriva a la piscina.

Figura 1. Common areas of contaminate sources from bathers (Áreas comunes de fuentes contaminantes por bañistas).



Las bacterias son la fuente principal de contaminación en una piscina o spa.

Generalmente las bacterias y otros microorganismos, prefieren vivir en el calor y la humedad con una adecuada fuente de nutrientes. Una piscina o spa, tiene la mayoría de todos los ingredientes para dar lugar a su presencia y crecimiento. Un organismo puede multiplicarse tanto como 20 millones en un corto tiempo como en 8 horas, con las condiciones adecuadas. La desinfección adecuada puede prevenir esto.

No todos los microorganismos causan enfermedades. Aquellos que las causan, se llaman patógenos. Los patógenos pueden causar muchos tipos de enfermedades: intestinales (diarreas); respiratorias (tos, resfríos); infecciones en ojos, oídos, nariz y garganta; infecciones o rashes en la piel.

Algunas acciones para reducir el riesgo de enfermedades en las piscinas o spa, son:

- No permitir a bañistas que tienen infecciones que se bañen en la piscina o spa
- Remover los patógenos en el agua, asegurando una adecuada filtración y desinfección en todas las épocas
- Mantenga limpias sus instalaciones y no permita el uso común de toallas o trajes de baños
- Exija que los usuarios tomen un baño con agua caliente y jabón, antes de usar la piscina
- Asegúrese de remover el agua de desecho que pudo entrar a la piscina (procedimientos para remover materia fecal humana o vómitos)

### Usuarios de piscinas Inmuno-comprometidos y HIV/SIDA

Los patógenos que se diseminan a través de la sangre, incluyendo HIV/SIDA, son muy serios. El virus HIV es muy frágil y no puede sobrevivir mucho tiempo afuera del cuerpo humano. No hay evidencia de que este virus pueda ser transmitido en una piscina o spa. Es importante sin embargo, tomar las precauciones con cualquier herida donde un salvavidas puede estar expuesto a sangre u otro fluido corporal. Usted (como operario) debe contar con mascarilla CPR y disponer de guantes con su kit de primeros auxilios.

Los individuos inmuno-comprometidos, incluyendo pacientes HIV positivos, tienen un riesgo más alto de ser infectados que una persona saludable por una enfermedad producida por patógenos que pueden estar en una piscina. Otras personas inmuno-comprometidas, incluyendo aquellas bajo terapia de cáncer y algunas otras enfermedades, pueden también correr el mismo riesgo.

Tabla 1. Tipos de enfermedades relacionadas a piscinas y spas

ENFERMEDAD	ORGANISMO	SÍNTOMAS	MODO DE TRANSMISIÓN
Infecciones del oído	<u><i>Pseudomonas aeruginosa</i></u>	Dolor de oído, orejas inflamadas, membranas mucosas inflamadas	Bacteria en el agua que entra al canal auditivo del nadador
Rash en la piel (dermatitis)	<u><i>Staphylococcus</i></u> o <u><i>Pseudomonas</i></u>	Picadas rojizas de la piel, especialmente alrededor de los folículos del cabello, axilas con picazón y adoloridas.	Contacto directo con la bacteria desde el agua entrando por los poros de la piel, compartir toallas, trajes de baño, etc.
Granulomas (pequeñas lesiones de la piel)	<u><i>Mycobacteria</i></u>	Lesiones crecientes, úlceras	Rascarse la piel contra los lados ásperos o fondo de la piscina
Pie de atleta	<u><i>Trichophyton rubrum</i></u> o <u><i>Epidermophyton floccosum</i></u>	Picazón, escaldadura que agrieta, cubierta de ampollas en los pies, especialmente entre los dedos gordos.	Suelos húmedos, contacto directo con personas infectadas
Ojos rojos/conjuntivitis	<u><i>Streptococcus</i></u> o <u><i>Adenovirus</i></u>	Irritación y enrojecimiento de los ojos, a veces fiebre leve	Contacto directo con personas infectadas, virus en aguas pobremente cloradas
Gastroenteritis	Bacteria ( <u><i>Shigella</i></u> , <u><i>Salmonella</i></u> ), Protozoario ( <u><i>Giardia</i></u> , <u><i>Cryptosporidium</i></u> ), otras bacterias o virus	Diarrea, vómito, posible fiebre, calambres, fatiga	Tragar bacterias en agua contaminada, contacto directo
Enfermedades Respiratorias	Bacteria: <u><i>Pseudomonas</i></u> , <u><i>Legionella</i></u> . Virus: <u><i>rhinovirus</i></u> , <u><i>adenovirus</i></u>	Neumonía, síntomas de gripe, problemas de los senos, tos, dolor de garganta	Contacto directo, prolongado contacto con el agua

### Salud y características propias del agua

Los problemas de salud pueden ocurrir, si los niveles de desinfectante, pH, u otros químicos, no son adecuadamente mantenidos. Un nivel mínimo de desinfectante es muy importante en una piscina para matar los gérmenes. Un nivel muy pobre de cloro, puede causar severa irritación de los ojos, causada por subproductos de cloraminas. Un bajo pH, puede causar quemaduras en la piel. Rashes, peladuras y piel seca, pérdida de esmalte en los dientes y problemas de senos paranasales, pueden resultar de la inadecuada química en el agua. Si usted mantiene adecuadamente los niveles, podrá evitar estos problemas en su piscina.

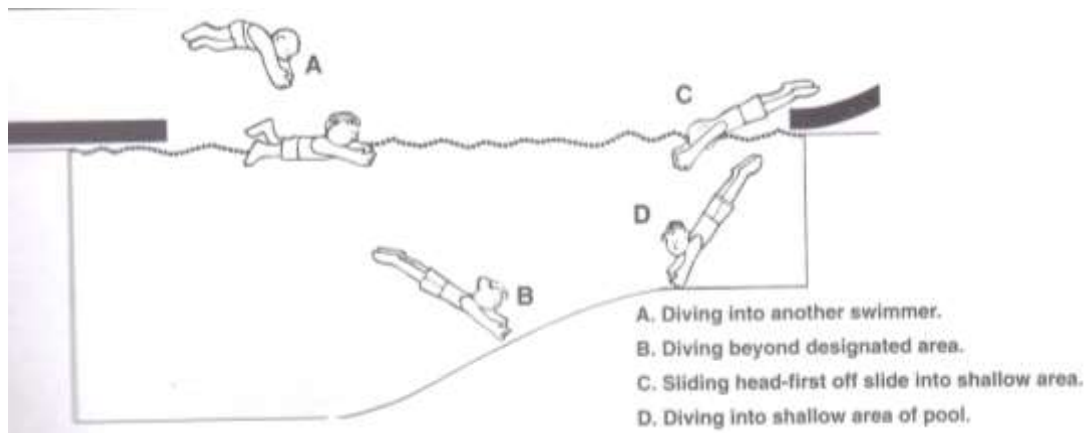
### Qué hacer si ocurre una enfermedad?

Si muchos de nuestros usuarios tienen una enfermedad que ocurre frecuentemente después del uso de la piscina, usted necesita considerar que su piscina puede tener un problema de origen. Contacte con su departamento local de salud para determinar qué está pasando, de dónde viene y cómo corregirlo.

## Capítulo 2: Proteger a los bañistas de heridas

Cerca de 45,000 heridas están relacionadas con piscinas de natación y requieren atención de emergencia cada año en los Estados Unidos (NEISS, 1992). La mayoría de éstas puede ser prevenida.

Figura 2. Common diving accidents (accidentes comunes en buceo).



Por qué la supervisión es importante?

Prevenir el ahogamiento debe ser la primera de todas sus prioridades. En 1991, las muertes por ahogamiento, fueron la tercera causa de muertes en toda la nación. En muchos estados, incluyendo Washington, para niños de 14 años o más pequeños, hay más muertes por ahogamiento que por otras causas (Baker, 1991). Para niños menores de 5 años, la causa de muerte es mayor por ahogamiento que por choques vehiculares en los Estados Unidos.

La principal razón relacionada a la muerte en piscinas, es la inadecuada supervisión (nadie estaba vigilando) y una escasez de barreras protectoras (sin cercos, puertas desentancadas (Coffman, 1991).

**Quién es responsable de la supervisión?**

Para niños menores de 12 años, la mejor supervisión es la de un adulto, un padre o madre, amigo, guardavidas, u otra persona responsable. Muchas muertes ocurren cuando el adulto da la vuelta por sólo un minuto. Los adolescentes, tampoco deben nadar solos, se requiere de un amigo o un adulto. No es seguro nadar solo bajo ninguna circunstancia.

Son necesarias barreras alrededor de la piscina, para mantener a los niños fuera del área de la piscina.

Aspectos importantes del guardavidas, son:

- Ubicarse en un lugar en que se puedan ver todas las áreas de la piscina
- Rotar la mirada para evitar somnolencia (cada 15-20 min)
- Numero de guardavidas: dependerá del n° de nadadores y su nivel de natación
- Necesitan ser entrenados en CPR
- Deben alcanzar a la víctima en 30 segundos o menos

Algunos accidentes pueden ser ocasionados por buceo inadecuado.

En el tiempo que una persona se ahoga, raramente puede pedir ayuda, por lo que los guardavidas deben tener un sexto sentido y ser muy observadores. Deben utilizar también uniformes distintivos para cuando su ayuda sea necesaria-

La mayoría de accidentes, pueden ser prevenidos.

### **Reglas, Reglas, Reglas!**

Las reglas son esenciales para la seguridad de los usuarios de piscinas.  
Deben ser muy claras y estar en un lugar visible.

#### **No se permite:**

- ✓ Correr en el área de la piscina
- ✓ Zapatos de calle en el área de la piscina
- ✓ Nadadores con heridas abiertas, llagas o infecciones
- ✓ Empujar o juegos inapropiados
- ✓ Asolearse cerca de la orilla de la piscina
- ✓ Objetos de vidrio o metal cerca del área de la piscina
- ✓ Comer o tomar bebidas en el área de la piscina
- ✓ Sentarse o colgarse en las líneas de flotar
- ✓ Flotadores improvisados
- ✓ No nadadores en partes profundas de la piscina
- ✓ Uso de alcohol o personas bajo la influencia de drogas o alcohol

#### **Reforzar estas reglas generales:**

- ✓ Nadar sólo si el guardavidas está presente
- ✓ Las personas que no saben nadar y los niños menores de 12 años, requieren la supervisión de un adulto
- ✓ Los adolescentes entre 13 y 18 años, deben tener un compañero
- ✓ Los niños menores de 6 años, no deben usar un spa
- ✓ Mujeres embarazadas o individuos con ciertas condiciones de salud (presión arterial alta, enfermedad del corazón, diabetes, otras) no deben usar un spa
- ✓ No nadar solo o usar un spa
- ✓ No escalar en las torres de vigilancia
- ✓ El equipo de emergencia debe ser utilizado sólo por guardavidas

#### **Equipo de emergencia:**

No importa cuan cuidadoso sea usted, los accidentes pueden ocurrir alrededor de la piscina.

Siempre es necesario un kit de emergencia, que sea utilizado por personal capacitado en primeros auxilios.

Hay cursos gratuitos o de bajo costo que ofrece la Cruz Roja, en primeros auxilios y resucitación cardiopulmonar (RCP).

Es importante disponer de guantes, máscaras para RCP, anteojos o protectores para la cara. También es importante una tabla para accidentes en la columna.

Es vital disponer de un teléfono cerca de la piscina en caso de emergencia. El teléfono debe estar a un minuto de la piscina. De preferencia, los números de emergencia deben estar en el teléfono.

#### ***Otras condiciones que generan accidentes son:***

Superficies para caminar lisas o sin drenajes

Equipo de buceo en malas condiciones

Marcas de profundidad no son visibles



Gradas inestables

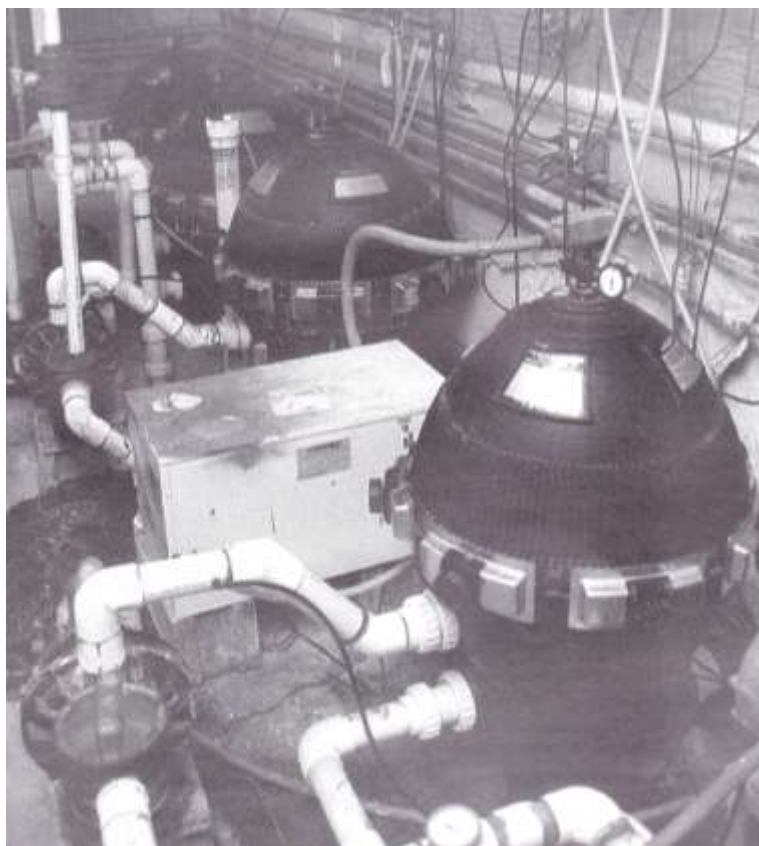
Claridad del agua (si no se ve el fondo, hay que cerrar la piscina!)

Iluminación y ventilación insuficiente

### **Capítulo 3: Responsabilidad de los propietarios y operarios**

Los propietarios y operadores de las piscinas, son legalmente responsables de la seguridad de quienes usan las instalaciones.

## ***Sección II: Equipo de la piscina***



### **Capítulo 4: Componentes de la piscina y cuidado por estación**

La salud y seguridad de los nadadores y la limpieza del agua de la piscina, son dos de los principales objetivos de los operadores.

El agua entra y sale de la piscina por un sistema de recirculación, a través de entradas y salidas que están localizadas para proveer una distribución uniforme al flujo a lo largo de toda la piscina. Si no hay un adecuado flujo de agua dulce, se dan los espacios muertos, que se convierten en un problema por el crecimiento de algas y microorganismos.

La mayoría de aceites corporales y contaminantes, flotan en la superficie del agua, por lo que debe utilizarse un sistema con capacidad extra, que debe contar con un mínimo de

60% de recirculación del flujo, a todas horas, y debe estar equipado para manejar el 100% del flujo.

Los drenajes principales, toman el agua desde el fondo de la piscina. La corriente del drenaje principal, es ajustada por válvulas que balancean el tanque.

Si la piscina posee iluminación bajo agua, debe ser inspeccionada por la agencia eléctrica especializada.

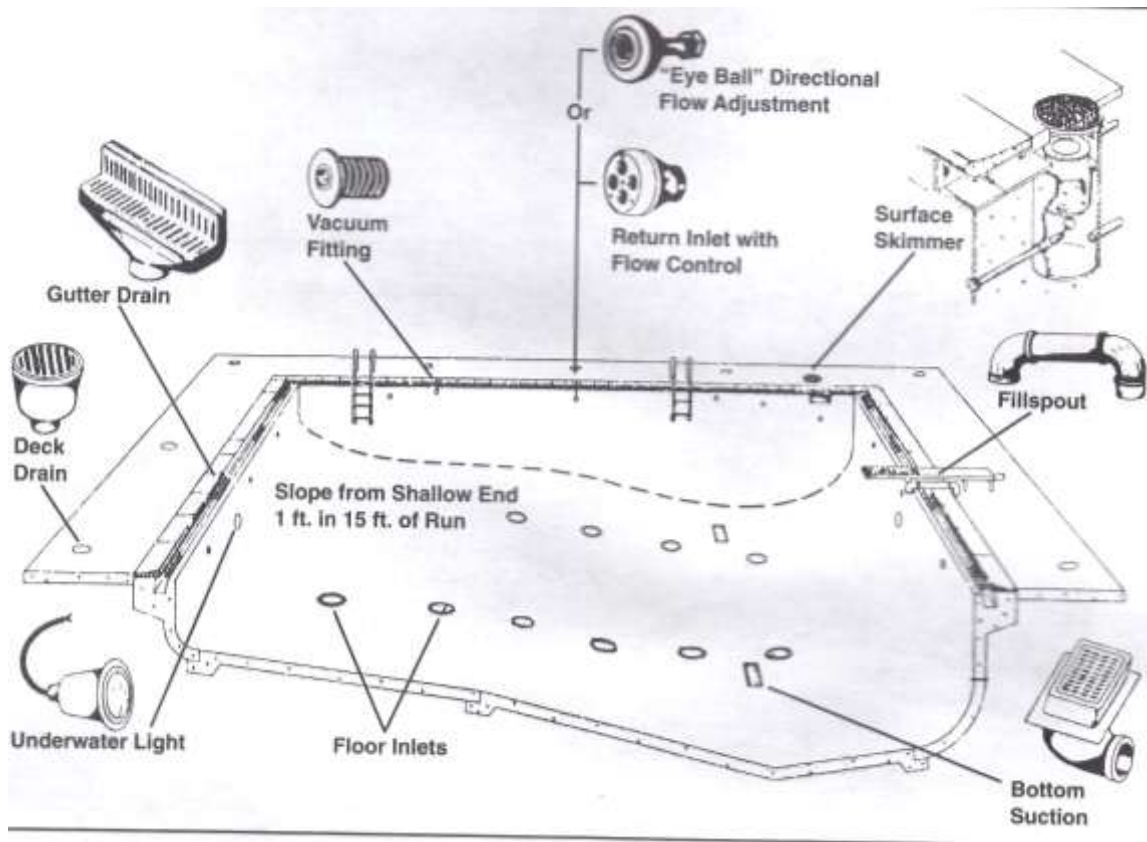
Una piscina de cielo abierto, debe ser cerrada durante el invierno, para minimizar los daños para la piscina y eliminar peligros de seguridad.

Los daños en invierno, ocurren desde la tierra y el agua (en casos de congelación) que se expande causando presión en el fondo y las paredes de la piscina

Es importante realizar 3 acciones:

- Vaciar la piscina y permitir el soporte
- Dejar la piscina llena con agua y permitir el soporte
- O dejar la piscina llena con agua y recircularla

Figura 3. Longitudinal section through pool with pool components (Sección longitudinal de la piscina con sus componentes).



Cerrar la piscina por temporada o estación, provee la mejor oportunidad de inspeccionar el equipo y realizar cualquier reparación, para cuando se reaperture, esté lista y bajo condiciones de seguridad para los usuarios.

## Capítulo 5: Equipo de operación y mantenimiento de la piscina

Para mantener la piscina limpia, el agua debe ser continuamente recirculada a través de un proceso de filtración y desinfección. El equipo mecánico usado en el proceso de recirculación, incluye: bomba, motor, colador (strainer), filtro, medidor de flujo, calentadores y alimentadores químicos o dosificadores.

El mejor mantenimiento es cumplir con inspecciones periódicas, que ayudan a detectar posibles problemas antes de que ocurran o sean más graves.

Es importante verificar la información del equipo, que contiene especificaciones eléctricas y mecánicas.

### Bombas

Un sistema de bomba es el caballo de fuerza de la piscina, ya que recircula el agua a través de filtros. Un buen sistema de bombeo, empuja el volumen del agua a través de los filtros, por 6 horas o menos. La bomba también tiene que tener capacidad de retrolavado de los filtros.

Se recomienda usar un lubricante recomendado por el fabricante, para evitar que se seque el colador. En la mayoría de casos, los problemas en la bomba son por aire que entra en el sistema en el momento del impulso o bombeo del agua.

Si se observan burbujas de aire en el agua de la canasta de colador (strainer basket), usted tiene filtraciones aéreas en su sistema.

Es necesario chequear las válvulas periódicamente.

Asegurar la bomba a un suelo de concreto, previene la vibración del equipo y reduce la tensión en las tuberías.

### Motores

El motor está conectado a la bomba y la adecúa a las revoluciones correctas por minuto, para recircular el agua en el sistema. Debe asegurarse que el motor está en un sitio fresco con suficiente aire para prevenir el sobrecalentamiento.

Figura 4. Representación de Motores. (La falta de adecuada ventilación, causa sobre calentamiento)

### **Motors**



*Lack of adequate ventilation causes overheating.*

## Filtros

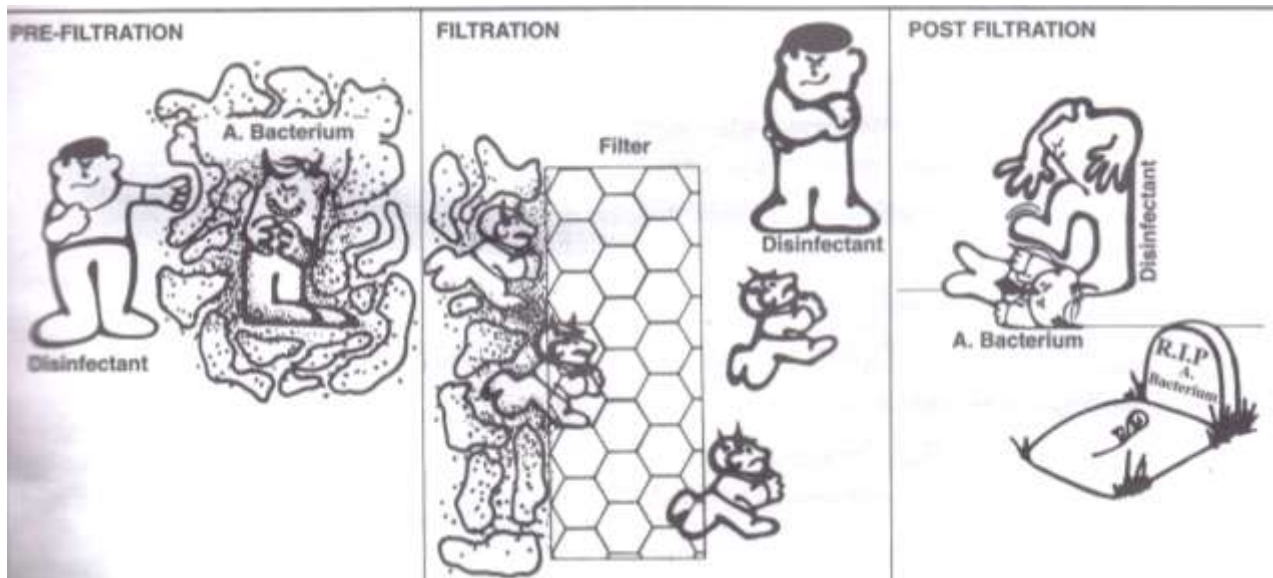
La filtración ocurre cuando el líquido pasa a través de los poros de una sustancia como arena y el material suspendido en el líquido, es removido. En piscinas, la filtración, remueve el color, turbidez, algas, microbios y materia orgánica del agua de la piscina.

Filtración no es lo mismo que desinfección. El filtro no está diseñado para remover microbios, los microorganismos que no se remueven en un filtro, se destruyen con la desinfección.

La principal razón para la filtración, es remover partículas suspendidas como polvo.

Los desinfectantes no pueden hacer su acción efectiva en la destrucción de microorganismos, cuando hay demasiado material suspendido. El material suspendido, oculta los microbios de los desinfectantes.

Figura 5. Filtration aids disinfection (La filtración ayuda a la desinfección)



La filtración remueve el material suspendido y permite al desinfectante alcanzar a los microorganismos. El Cloro y otros desinfectantes, son mucho más efectivos en aguas limpias que en aguas sin filtración. Existen muchas fuentes de contaminantes, como la transpiración, orina, aceites corporales, piel, polvo, entre otros, por lo que el volumen del agua de la piscina, debe circular por el filtro varias veces al día. La tasa por la que el agua recircula a través del filtro, se llama tasa de movimiento (turnover rate). En el Estado de Washington, las piscinas requieren una recirculación cada 6 horas o menos y las piscinas que vadean, necesitan por lo menos una tasa de movimiento de 3 horas.

Tabla 2. Clarificación de la piscina con diferentes tasas de movimiento:

Tasa de movimiento	Período de movimiento (horas)	% de clarificación (después del equilibrio)	Días requeridos para alcanzar el equilibrio
1	24	42	9
2	12	84	4
3	8	95	3
4	6	98	2
5	4.8	99	1

Fuente: Thomas, David G., from Swimming Pool Operator's Handbook, National Swimming Pool Foundation of Washington, D. C. Copyright 1972.

La siguiente fórmula se utiliza para calcular el movimiento del flujo, requerido para obtener la tasa de movimiento necesaria:

$$\frac{\text{Volumen de la piscina (galones)}}{\text{Tasa de movimiento proyectada (min.)}} = \text{Tasa de flujo (gpm)} \quad \text{o} \quad \frac{10,000 \text{ gal. Piscina}}{360 \text{ min.}} = 27.8 \text{ galones/min.}$$

\* N° de tasa de movimiento en horas, 60

Se necesita un área de vidrio (o transparente) para visión en la línea de retrolavado de los filtros, para monitorear el agua de desecho durante los ciclos de lavado. Al observar que el agua tiene niveles de claridad y limpieza adecuados, se detiene el ciclo de lavado.

Se deben instalar medidores en las elevaciones del afluente y efluente del filtro. Los filtros deben abrirse para una inspección visual continua.

### Filtros de arena

Hay varios tipos de filtros de arena. Hace varias décadas, los filtros de arena con presión rápida, fueron utilizados ampliamente en instalaciones de piscinas. Actualmente, rara vez son vistos. Estos contienen arena o antracita, cubiertos por un sistema de grava. Estos tienen un máximo de tasa de aplicación de 3 gpm/sw.ft o área de filtro. Se agrega un coagulante como Aluminio, para cubrir la cima del filtro e incrementar su capacidad. El filtro más usado hoy por hoy, es el filtro de arena de tasa alta.

### Filtro de arena de tasa alta

Es un tipo de tanque que contiene sólo arena y se utiliza el promedio de filtración completo en lugar de sólo la superficie para remover los contaminantes. Este sistema puede filtrar más de 20 gpm/sq.ft. pero es preocupante que los contaminantes puedan ser llevados a través del medio, el Estado de Washington permite un máximo de 18 gpm/sq.ft. en piscinas de natación y 15 gpm/sq.ft. en piscinas de spa.

El tamaño de las partículas de arena utilizado en este tipo de filtros, es muy importante. Utiliza arena de sílice #20. Las partículas más pequeñas serán empujadas a través del filtro y las más grandes, restarán efectividad a la filtración. Una epidemia de legionella se desató en un spa, por deficiencias en la calidad de la arena utilizada en el filtro.

La tasa de penetración de los sólidos hacia la arena en un filtro de alta velocidad, es proporcional a la cantidad de sólidos suspendidos en el afluente y la tasa de flujo aplicada. De 3 a 5 mg/L de sólidos suspendidos en agua de piscinas, con una tasa de flujo de 20 gpm/sq.ft., penetran la arena aproximadamente 8 pulgadas por día.

El retrolavado, es el proceso de pasar el agua a través de los filtros, en dirección opuesta al flujo normal.

Durante el retrolavado, el medio se revuelve a través el filtro en un rango de 11 minutos. Usualmente los sólidos son descargados durante los primeros 75 segundos y el agua de desecho fluye limpia cerca de los 2 minutos de retrolavado. Esta operación debe continuar hasta que el agua de desecho se pueda ver a través de un vidrio corriendo limpia y clara.

Si no se realizan retrolavados, se incurre en problemas como la unión de partículas con materia orgánica, cabello, otros, llamadas: "bolas de lodo".

## Calentadores

Se instalan en condiciones en que se necesite mantener una temperatura confortable, colocando calentadores de gas o aceite en un área ventilada, con una luz piloto que sea accesible y visible.

## Equipo desinfectante

Los desinfectantes se pueden agregar al agua de varias formas. El equipo, método y tipo de desinfección, dependerá del tipo de desinfectante. El desinfectante más común es el Cloro, que está disponible en gas, líquido o sólido. El Bromo es usado como desinfectante en forma de tabletas sólidas.

Ambos son desinfectantes efectivos debido a su naturaleza química altamente reactiva.

Los desinfectantes serán seguros, si se cumple con las siguientes medidas:

- Leer instrucciones del fabricante
- Usar sólo productos especificados por el fabricante del equipo de desinfección. Pueden ocurrir explosiones si se utiliza cloro y bromo en un mismo equipo.
- Mantener el adecuado flujo a través del sistema. La cantidad del desinfectante, dependerá de la tasa de flujo. Si la tasa del flujo es reducida, la cantidad de desinfectante, será también reducida.
- Mantener la cantidad correcta de desinfectante en el alimentador o dosificador.
- Limpiar el equipo regularmente. Monitorear controles y medidores de tiempo.
- Los desinfectantes deben agregarse a la piscina en la línea de retorno después del calentador, ya que los químicos utilizados como desinfectantes, pueden ser corrosivos y atacarán agresivamente el calentador si se agrega antes.

### *Cloración con gas*

La cloración es un método de desinfección con un costo efectivo, pero requiere muchas medidas de seguridad por daños asociados al cloro gas. Sólo puede ser aplicado por personal capacitado. Es por ello que la industria se aleja cada vez más de la producción y uso de cloro gas.

El cloro gas, es almacenado en cilindros de 150 libras. Este gas es dispensado desde el cilindro por un regulador que mezcla el gas con una pequeña cantidad de agua de la piscina. Luego un inyector envía el cloro y la solución de agua hacia la línea de retorno de la piscina.

Para determinar fugas de gas cloro, se utiliza vapor de amonio, el cual produce un vapor blanco cuando entra en contacto con la fuga de cloro.

### *Cloración con líquido*

Estos sistemas impulsan el líquido de hipoclorito desde un tanque de solución con una bomba de diafragma y se inyecta la solución hacia una línea de retorno en el sistema de recirculación. En este sistema, se pueden utilizar 3 tipos de compuestos de cloro: hipoclorito de sodio (líquido), hipoclorito de calcio (sólido) e hipoclorito de litio (sólido).

Las presentaciones sólidas de hipoclorito, están disponibles en mayores concentraciones que las de forma líquida.

Las presentaciones sólidas deben primero ser disueltas en un tanque.

El cloro en forma líquida, puede ser extraído por sifón hacia el tanque de solución, donde es bombeado hacia el sistema de recirculación.

Cuando se prepare Cl líquido a partir del Cl sólido, no se mezcla en grandes cantidades, ya que el cloro se disipa y se pierde poder cuando se expone a la luz y se aumentan las temperaturas.

#### *Cloradores por erosión*

El flujo a través de los cloradores, contiene una lata que almacena las tabletas, pellets, o baritas de cloro. El agua de piscina entra en el alimentador y disuelve las tabletas y el agua clorada es entonces retornada hacia el sistema de recirculación. Los hay de 2 tipos: en línea y fuera de línea. En línea, son conectados los alimentadores directamente a la tubería del sistema de recirculación, y fuera de línea, los alimentadores, están libremente suspendidos y conectados al sistema de recirculación por 2 tubos.

#### *Medidores de flujo*

Estos son instalados en piscinas con sistemas de recirculación, para monitorear la tasa de flujo en el agua. Un flujómetro o manómetro, mide la tasa de flujo en galones por minuto.

#### *Alimentadores químicos*

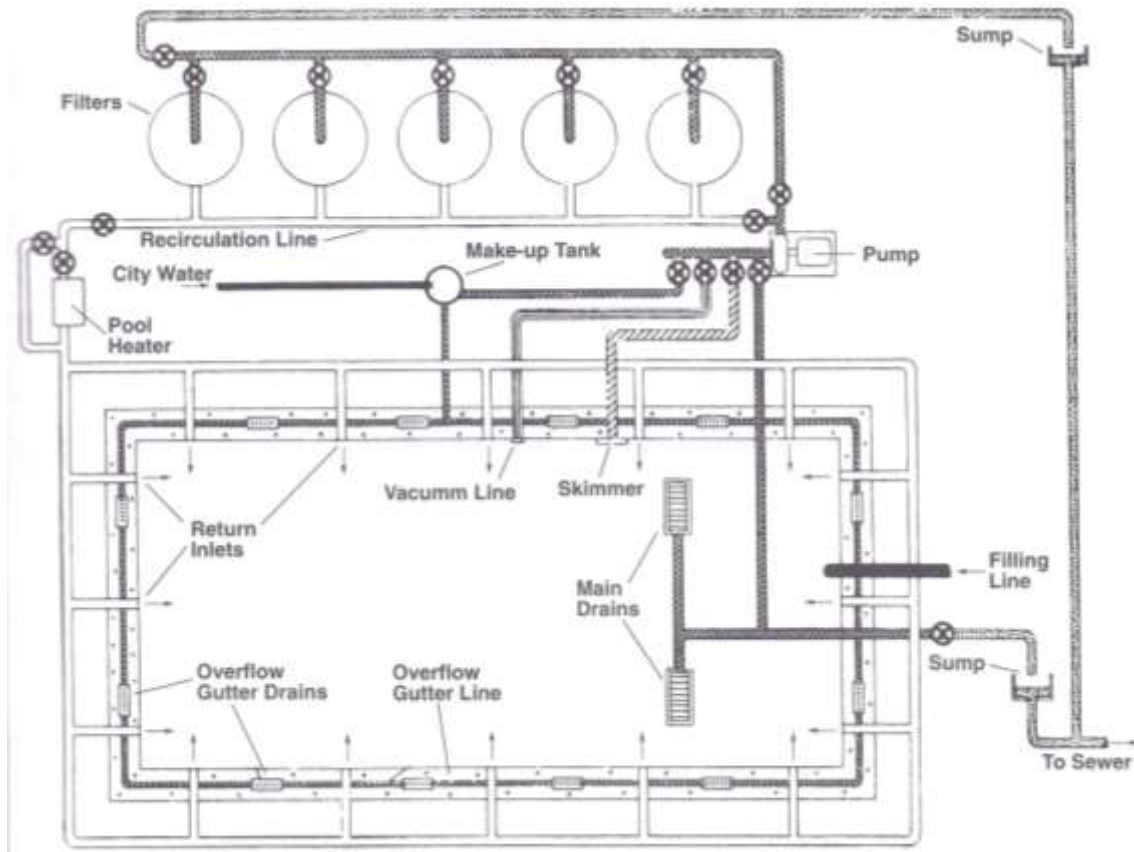
Los químicos acondicionadores como la soda cáustica y ácido muriático, pueden ser agregados mediante alimentadores químicos, agregando el químico directamente al agujero del filtro. Sistemas con filtros cerrados, usan químicos que son agregados a la tubería de retorno después del filtro, a excepción de la soda ash que debe ser agregada antes del filtro en el caso de filtros de arena.

#### *Válvulas y tuberías*

Las tuberías deben seleccionarse basándose en la tasa de flujo, para sobrecargar lo necesario del agua de la piscina, sin producir demasiada velocidad. Las tuberías deben diseñarse para velocidades de 5 a 8 pies por segundo o menos. Se calcula así:

Diámetro cuadrado de la tubería X 10 = velocidad (gpm) en 4 pies/seg  
gpm=galones por minuto

Figure 6. Swimming pool piping system (Sistema de tuberías en piscinas de natación).



### *Sala de operación*

La operación eficiente de una piscina, comienza por una habitación para equipamiento limpia y organizada. Estos sitios deben permanecer con llave para evitar el acceso de personal no autorizado. La habitación debe ser lo suficientemente larga para permitir el trabajo y las reparaciones. La iluminación adecuada, también es muy necesaria para la observación de los calibradores y el equipo.

Debido al calor generado por el equipo, la ventilación es necesaria tanto en límites altos y bajos. El calor excesivo puede interrumpir el trabajo y la vida del equipo. La humedad, puede también dañar el equipo. El equipo debe estar limpio y seco.

### *Cuartos de almacenamiento de químicos*

Debe asignarse un lugar específicamente para el almacenamiento de químicos utilizados en la piscina, con el objetivo de reducir riesgos de incendios y explosiones, así como daños a la salud.

Muchos de los compuestos utilizados en las piscinas de natación, son peligrosos y reaccionan violentamente con el agua y otros químicos.

Se deben arreglar cuidadosamente los químicos ácidos y guardarlos lejos de los básicos; así como el cloro inorgánico lejos del cloro orgánico. Deben almacenarse en tarimas y bases sobre el piso.

Se recomienda utilizar guantes de goma para manejar químicos potencialmente peligrosos.



## **Capítulo 6: Elementos adicionales de la piscina**

### **Vestidores**

Los vestuarios son como la fotografía de la seguridad y limpieza de las instalaciones de una piscina o balneario. Si los vestidores están limpios y sanitizados regularmente, cada día, los usuarios se sentirán invitados a regresar al lugar.

Si no se limpian regularmente, los vestidores, serán un lugar ideal para la suciedad, bacterias y algas que se acumulan, causando mal olor y transmisión de enfermedades.

Para prevenir el crecimiento de bacterias y algas, se deben cumplir las siguientes medidas:

- ❖ Todas las superficies deben ser suaves, herméticos y de fácil limpieza
- ❖ Los pisos deben ser antideslizantes e inclinados hacia los drenajes, para prevenir acumulación de agua en el piso.
- ❖ Las uniones entre las paredes y pisos deben ser redondeadas para prevenir la humedad y que el agua se empoce.
- ❖ Todas las superficies deben limpiarse y sanitizarse por lo menos diariamente. Estos lugares pueden requerir de limpieza varias veces al día, dependiendo del número de bañistas utilizando las instalaciones del balneario o piscina.

La temperatura ideal para los vestidores es de 21-24 °C (70-75°F).

La temperatura del agua de abastecimiento para duchas y lavado de manos, debe ser monitoreada y mantenerse debajo de los 120°F. Las escaldaduras y quemaduras, pueden ocurrir si la temperatura excede de 120°F.

Se debe proveer un adecuado número de servicios sanitarios, duchas y lavamanos.

El baño antes de la piscina, se favorece cuando antes de la entrada a la piscina, se coloca una ducha en el camino.

Los baños (servicios sanitarios), deben también ser accesibles a los nadadores, desde el área de la piscina. Los lavamanos junto a los baños, deben abastecerse con jabón y toallas de papel u otro mecanismo para secado de manos.

La humedad y malos olores no aparecerán, si la ventilación en los vestidores y servicios sanitarios, es adecuada y frecuente.

La ventilación de estas áreas, debe ser separada de la que se encuentra en el área de la piscina.

Se necesita ventilación mecánica para intercambiar la humedad del aire con aire seco externo. En climas húmedos, se utilizan sistemas de deshumificación.

### **Iluminación**

Se debe proveer de luz artificial a piscinas bajo techo, piscinas al aire libre después del atardecer y todos los vestidores.

La iluminación no adecuada, puede bloquear la visibilidad en el agua. El fondo de la piscina debe ser visible.

Se deben instalar luces de emergencia en caso ocurra una falla eléctrica.

Se deben proteger los focos de bulbos para que en caso de quebrarse, evitar el riesgo de heridas en áreas de tránsito y piscina.

### **Ventilación**

La humedad y malos olores, ocasionan molestia y enfermedades respiratorias.

El exceso de humedad, daña las estructuras.

Un sistema adecuado proveerá una atmósfera saludable y confortable para los bañistas y visitantes, evitando el riesgo de corrosión y fallas estructurales.

La corriente de aire debe estar dirigida sobre todo el exterior de las paredes y cielo falso, y no a la superficie de la piscina.

El movimiento de aire a lo largo y exterior de las paredes y cielo falso, evitarán el crecimiento de algas en las superficies.

Las piscinas cerradas, deben estar mantenidas bajo una presión negativa o el aire debe fluir desde los vestidores, oficinas y otros lugares cercanos, hacia la piscina cerrada.

Esto evita la humedad y malos olores.

Los sistemas de aire, comprenden:

- ✓ Aire caliente
- ✓ Ventilación o intercambio con aire fresco externo
- ✓ Remoción de la humedad
- ✓ Calor recuperado

La temperatura del aire interno en instalaciones de piscinas, debe ser de 2 a 3 grados sobre la temperatura del agua en la piscina. Si la temperatura del aire es menor que la temperatura del agua, esta se evaporará a una tasa mayor que la de la superficie de la piscina. Una tasa más alta de evaporación, aumentará la humedad en la piscina cerrada. Esta humedad alta en la piscina, dañará las estructuras y esto significará un deterioro estético para los visitantes.

Para disminuir los niveles de humedad, se necesitan equipos que generan más costos en la operación.

Normalmente, el aire debe circular de 6-8 veces por hora.

La humedad se mide como la cantidad de agua en el aire, y se refiere a una humedad relativa (HR).

El agua se evapora continuamente de la superficie. La tasa de evaporación depende de la temperatura del aire, temperatura de la piscina, velocidad del aire en la superficie de la piscina, humedad relativa en la piscina. La velocidad del aire más alta y unidad relativa, incrementará la tasa de evaporación, manteniendo la temperatura del aire de 2 a 3° sobre la temperatura del agua, se logrará disminuir la tasa de evaporación.

La Humedad relativa (R.H.) en la piscina, deberá estar entre 50 a 60%.

Hay 2 maneras de disminuir la humedad:

- Diluir con aire seco externo
- Instalar y operar un sistema deshumificador

Los materiales a utilizar en equipos expuestos a corrosión, son: metal galvanizado, PVC, fibra de vidrio. No debe usarse aluminio o cobre.

Los siguientes problemas, están asociados a inadecuada ventilación:

- Crecimiento de moho y algas, cuando la R.H. es alta.
- Daños a estructuras y corrosión, si se da condensación en las superficies de las edificaciones.

Para prevenir la condensación se debe crear una barrera de vapor en el interior de la superficie de todas las paredes exteriores.

- Una condición llamada, Hipersensibilidad pulmonar o Pseudomonitis, puede ocurrir en personas con patrones o empleos en piscinas de interiores, con problemas de calidad del aire. Aparecen los riesgos, cuando las instalaciones no tienen aire fresco que ingrese a la piscina, para diluir cualquier gas. Los síntomas de estas enfermedades, incluyen; dolores de cabeza, fatiga y molestias respiratorias.

## ***Sección III: Los químicos y su uso***

### **Capítulo 7: Químicos comunes en la piscina**

Como un operador de piscina, se requiere cierta familiaridad con los químicos que se utilicen. Los químicos de la piscina, son también agrupados por la función que representan.

Por ejemplo: los químicos usados para matar organismos indeseables (bacterias, virus, algas, protozoos, etc.), son llamados desinfectantes.

Los grupos de químicos utilizados son:

- Estabilizadores de cloro
- Compuestos Oxidantes
- Ajustadores de alcalinidad
- Ajustadores de pH
- Algucidas
- Filtros y clarificadores de agua
- Suavizantes del agua

Los químicos utilizados en las piscinas, pueden ser peligrosos cuando no son aplicados de forma apropiada. Las leyes del Estado de Washington, requieren que se disponga de Celdas de datos de seguridad de materiales (Material Safety Data Sheets, MSDS) para químicos en el lugar de trabajo.

#### **Desinfectantes**

La desinfección, es la destrucción de los microorganismos dañinos o no deseados.

Existen muchos métodos de desinfección. Los mayormente usados, son los Halógenos, los cuales tienen dos importantes funciones: 1) Destruyen organismos no deseados y 2) Actúan como oxidantes. Los oxidantes, literalmente “quemar” los contaminantes del agua de la piscina. Los desinfectantes más importantes en esta categoría, son el Cloro y el Bromo.

#### **Cloro**

Es el más común de los desinfectantes en piscinas. Está disponible en forma orgánica e inorgánica, y en tres estados físicos: gas, líquido y sólido.

La fórmula del **Gas cloro**, es  $\text{Cl}_2$ , también llamado Cloro elemental.

En su estado libre, el cloro es un gas a temperatura ambiente. En concentraciones elevadas, es visible como una nube amarillo-verdosa. Tiene un olor irritante. Es comprimido en cilindros estándar de 100-150 libras de peso neto. Se almacena bajo mucha presión, que es un líquido hasta que se libera. Como gas Cloro, contiene 99.5 e cloro disponible.

El gas Cloro, puede disminuir el pH del agua de la piscina, como si tuviera un aparente pH de 2. Reacciona con agua para formar HCl (ácido clorhídrico). Este ácido disminuye el pH.

Se utiliza inyectando al agua el gas ( $\text{Cl}_2$ ). El equipamiento para usar gas Cloro, es complejo, y requiere muchas medidas de seguridad. El personal que lo maneje, debe estar capacitado en el uso del equipo y el comportamiento de los gases.

El gas cloro, es mortal en altas concentraciones. Se requieren aparatos de respiración, para prevenir tos severa, disnea, vómitos y posibles daños pulmonares en áreas con mas de 5 ppm. A 30 ppm, el gas cloro genera serios daños a la vida y la salud. Reaccionará con la

humedad de la nariz, garganta, ojos y pulmones para crear ácido clorhídrico, que quema estos tejidos. Dicho gas es cerca de 2 ½ veces más pesado que el aire si no se libera.

### **Hipoclorito de Sodio**

Su fórmula es NaOCl Hipoclorito de Sodio (comúnmente llamado Lejía).

Está disponible como cloro líquido, en diferentes concentraciones, desde 3 a 15%.

Este compuesto, puede incrementar significativamente el pH de una piscina. Las soluciones de lejía, son muy básicas (alcalinas), con pH de cerca de 13.

El NaOCl, puede ser agregado a la piscina, pero es preferible diluirlo al 1 ó 2%, y luego aplicar con una bomba.

Cuando diluya NaOCl, siempre que lo agregue al agua, use gafas protectoras.

Se debe evitar el contacto con hipoclorito de sodio y ácidos, alcalinos, y otros químicos o limpiadores.

El NaOCl, no debe almacenarse en temperaturas calientes, su tasa de descomposición puede duplicarse con cada 10 grados de temperatura que se eleve. Igualmente, no debe exponerse a la luz del sol.

### **Hipoclorito de Calcio**

Ca(OCl)<sub>2</sub>

El Hipoclorito de Calcio comercial, tiene presentación granular, o paletizada, barras y tabletas. Tiene un olor irritante.

Las presentaciones: granular, paletizado y barras, son blancas. Las tabletas o pelets pueden ser blancas o blancas con azul o café.

El Ca(OCl)<sub>2</sub>, contiene 65% de cloro disponible y 35% de ingredientes inertes (inactivos). Retiene la fuerza por un año o más bajo condiciones óptimas de almacenamiento (frías y secas).

Tiende a incrementar el pH de las piscinas. Su pH aproximado es de 12.

Puede ser utilizado en un alimentador líquido. Las tabletas y barras son diseñados para usar en un alimentador con erosión. El Ca(OCl)<sub>2</sub> es utilizado como hiperclorador.

Si se agrega a un alimentador líquido, debe prepararse una solución antes de agregar a la piscina.

Normalmente la solución tiene 1% de cloro; más de 10 onzas de Ca(OCl)<sub>2</sub> disueltos en 5 galones de agua, harán una solución con concentración de 1%.

No tirar químicos secos a la piscina, no poner en una superficie o canasta, ya que el cloro no se distribuye bien, y puede ocasionar que los niños lo traguen, o los nadadores se quemen por el alto pH, mientras aún no se ha terminado de disolver.

El Ca(OCl)<sub>2</sub> tiene poder de oxidar, por lo que produce explosiones e incendios, si no es manejado cuidadosamente.

El área de almacenamiento, debe estar seca, bien ventilada y ser suficientemente grande para mantener el producto separado de otros químicos.

Debe evitarse todo contacto con otros compuestos orgánicos, como café, gasolina, jabones. No se deben reutilizar los contenedores de Ca(OCl)<sub>2</sub>.

No fumar en el área de almacenamiento del químico.

### **Hipoclorito de Litio**

LiOCl

Disponible en forma sólida y granular.

Contiene 35% de cloro disponible. Se disuelve rápido en agua. pH aparente de 10.

No debe mezclarse con compuestos orgánicos. Debe manejarse como reactivo y aislarse de otros químicos.

### Cloros orgánicos

Se derivan de los ácidos cianúricos mezclados con cloro. Estos resisten la destrucción del cloro por luz ultravioleta desde el sol. Su ventaja es el uso en climas calientes y soleados.

### Dicloro

(NaDCCA), dicloro triazinetrione. Disponible en forma granular. Tiene 62% de cloro, y el dihidrato tiene 56% de concentración. Su efecto sobre el pH es casi neutro. El efecto aparente en el pH es de casi 7.

Permite estabilizar el cloro en el sol. Es utilizado también en spas.

Es incompatible con Hipoclorito de Calcio, el cual es cloro en forma granular. Si por accidente se mezclan, puede ocasionar incendios.

### Tricloro

(CINCO)<sub>3</sub>

Disponible en barras, tabletas de 3 y 1 pulgadas y granular. Se disuelve lentamente.

Su concentración es de 90% de cloro.

Tiene efectos en el pH de piscinas hasta 2.

Es resistente a efectos de rayos UV.

Se usa agregando tabletas o barras a alimentadores de erosión. No debe colocarse en canastas de skimmer.

Puede dañar el equipo de la piscina, porque es corrosivo.

Tabla 3: Cantidad de Hipoclorito de Calcio, para agregar al contenedor, con una solución de 1%

Galones de solución	Lbs.	Oz.	Tazas (aprox.)	Qts.	Pts.	Tazas
5	0	10	1 1/8	1	1/2	5
10	1	4	2 1/3	2	1	10 1/2
15	1	14	3 1/2	4	0	16
20	2	9	4 1/2	5	1/2	21
25	3	3	5 3/4	6	1 1/2	27
30	3	13	6 7/8	8	0	32
Conversion factors: 2 tazas igual a 1 pinta    2 pintas = 1 cuarto 1 libra aprox = 1 pinta						

### Bromo

Está disponible para piscinas, en 2 formas: una mezclada con cloro (dihalo) y otra con bromuro de sodio.

La más utilizada es en forma de dihalo.

Dihalo:

C5H6BrClN2O2, es un producto que es utilizado para la desinfección en piscinas.

Está disponible en forma sólida, como polvo blanco, palitos y tabletas.

Contiene 66% de bromo activo, y 29% de cloro activo. En esta fórmula, el cloro no es para desinfección, pues sirve como oxidante que permite la formación de ácido hipobromoso (el germen en forma destruida de bromo) o bromo libre.

El pH del Bromo es neutro (casi 7)

Como el cloro, el bromo también es reactivo. En forma sólida tiene una pequeña cantidad de cloro en su fórmula, que es incompatible con algún otro sanitizador. Debe almacenarse lejos de otros químicos.

### **Bromuro de Sodio (Sodio Bromide Na Br<sub>2</sub>)**

Está disponible en líquido.

Concentración 99%.

Debe ser usado con otro oxidante que permita a los iones de bromo, formar ácido hipobromoso (bromo libre). El peróxido de hidrógeno y monopersulfato de potasio, son vendidos junto a los productos de bromuro de sodio.

Es incompatible con otros oxidantes en una forma concentrada.

### **Yodo**

Fórmula: Yoduro de Potasio

Es un sólido cristalino, disponible al 70% de Yodo.

Tiene un pH neutro.

Yodo, como otro halógeno, a veces es liberado por adición de cloro. En teoría, 0.28 mg/l de cloro, es requerido para liberar 1mg/l de yodo, pero en la práctica, se requiere cloro más ligeramente. El pH debe mantenerse entre 7.2 y 7.5 para prevenir la formación de yodatos indeseables.

La mayor ventaja de usar yodo, como desinfectante en piscinas, es que no formará aminas (yodoaminas), como el cloro (cloraminas), tanto como las concentraciones de nitrógeno amonio sean menores a 3 mg/l. Varias lesiones han ocurrido, cuando el químico ha caído en el suelo o cuando ha reaccionado con otros materiales, causando ignición espontánea.

Un serio problema con el uso de yodo, es la dificultad en controlar el color del agua de la piscina. Se puede volver rosada. No controla las algas como el cloro y en general, es menos efectiva que el cloro como desinfectante.

### **Ozono**

Ozono O<sub>3</sub>

Es una forma de oxígeno muy estable, donde 3 átomos de oxígeno están enlazados, en lugar de 2.

Es un gas incoloro, tiene un olor dulce picante y es tóxico en niveles muy mínimos. La concentración de ozono, está determinada por cuál método es utilizado. El método de corona de descarga, es capaz de producir varias libras de ozono cada día.

Los generadores de rayos ultravioleta, pueden sólo producir varios gramos de ozono por día.

El efecto con el pH es Neutro.

Es un gran oxidante y un excelente desinfectante. Puede ser producido para piscinas de natación en 2 maneras:

1. Descarga de la corona: sujetando aire seco u oxígeno, a alta electricidad voltáica.
2. Luz ultravioleta: sujetando el aire seco a radiación ultravioleta.

El gas ozono, es producido por ambos métodos y es inyectado a la piscina en líneas de retorno.

Es de corta vida y debido a que el residual, es difícil de mantener, debe utilizarse con otro desinfectante para mantener un residual en la piscina. Han habido brotes de enfermedades reportados cuando el ozono ha sido el único desinfectante.

Para que el ozono sea efectivo, es importante propiciar los medios para dividir o mezclar finamente hacia el agua. Las burbujas más finas son la mejor mezcla.

El ozono es perjudicial si se inhala.

Por su alta toxicidad, es importante que en las piscinas comerciales existan estrictos controles de seguridad, como con el gas cloro.

El ozono presente en el aire, en niveles de sólo 5 mg/l, es inmediatamente peligroso para la vida y la salud. Afortunadamente, se puede detectar a sólo 1mg/l. Niveles de 0.12 a 0.96 mg/l, de 1 a 6 horas, disminuyen la función pulmonar.

Los efectos agudos finalizan al eliminar la exposición.

### **Cobre/Plata**

Los compuestos de plata han sido usados con iones de cobre en algunos estados y han tenido éxito aparente en relación a los test de organismos, cuando es usado en conjunto con bajos niveles de cloro.

En el estado de Washington, la plata en piscinas de natación, no exceden de 0.05 mg/l. A este nivel bajo, la plata no es efectiva como el cloro o bromo como desinfectante. Sin embargo, estos iones son alguicidas muy efectivos que mejoran la claridad del agua.

### **Reguladores de pH y alcalinidad**

#### **Soda cáustica (NAOH) hidróxido de sodio**

Puede estar en forma líquida o sólida

Tiene un dramático efecto en el pH. Es extremadamente básico (alcalino) con un pH de 13. Es uno de los químicos más peligrosos usados en piscinas. Puede quemar la piel u ojos. Es recomendable que se maneje directamente desde un tambor hasta la bomba, así no se corre riesgo.

#### **Soda Ash:**

Carbonato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )

Está disponible como polvo Blanco. Aumenta significativamente el pH. Su rango aparente es de 9 a 14.

Se utiliza para elevar el pH en el agua de piscina. Creará también una reserva de alcalinidad en el agua de la piscina.

Es relativamente segura de manejar, pero incompatible con ácidos en forma concentrada. La mezcla accidental con bajos niveles de pH, puede producir suficiente calor para encender cualquier combustible cercano.

#### **Bicarbonato de Sodio:**

El bicarbonato de sodio es bicarbonato sosa ( $\text{NaHCO}_3$ )

Es un polvo blanco.

Eleva el pH

Crea una reserva de alcalinidad sin aumentar considerablemente el pH. Es utilizado para amortiguar (buffer) el agua de la piscina.

#### **Bisulfato de Sodio:**

Es una sal ácida  $\text{Na}(\text{SO}_4)_2$

Es un polvo seco granular.

Baja el pH

Es incompatible con productos básicos como soda Ash.

#### **Ácido muriático:**

Es un ácido hidro clorhídrico o HCl. También es un líquido poderoso, ofensivo, humeante.

Baja el pH. Es un ácido fuerte que debe ser diluído y aplicado directamente a la piscina antes de que los nadadores se introduzcan.

Debe ser vertido en el agua, nunca el agua vertida en el ácido.

Es importante utilizar guantes de goma o caucho y gafas, al aplicarlo.

Incompatible con bases fuertes. Puede reaccionar con otros químicos y producir incendios.

**Dióxido de carbono**

CO<sub>2</sub>

En forma de gas. Concentración al 99%.

Disminuye el pH.

Es aplicado a la piscina por un alimentador.

Está comprimido en cilindros de diferentes tamaños.

### **Estabilizadores de cloro**

Acido cianúrico H<sub>3</sub>C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>

Disponibile em forma sólida, polvo cristalino o como un componente de dicloro y tricloro.

Baja el pH

Puede agregarse a piscinas que son tratadas con cloro. Su propósito es prevenir la eliminación del cloro por la luz ultravioleta del sol.

Las tasas de dosis recomendadas de cianuratos, varían desde niveles bajos de 5 mg/l hasta arriba de 90 mg/l. El nivel más comúnmente recomendado, es de 25 a 30 mg/l.

El ácido cianúrico, reduce el potencial de óxido-reducción en el agua de la piscina. Otros reportes sugieren que el ácido cianúrico también disminuye la oxidación, pero es un tema de debate.

El acido cianúrico e isocianuros clorados, son tóxicos al ser ingeridos. Ha ocasionado, de acuerdo a estudios, daños en algunos animales, su hígado y riñón, al exponer su piel al producto. Las concentraciones recomendadas para piscinas de natación son de cero a 90 mg/l, no deben haber efectos tóxicos.

### **Oxidantes y compuestos de impacto**

Muchos de los desinfectantes discutidos antes, son fuertes oxidantes. A veces, la cantidad de material orgánico es tan abrumadora, que el desinfectante está solo disponible para oxidar parcialmente los contaminantes en la piscina. Es ahí cuando la piscina requiere otro impulso para oxidar, llamado “de impacto” o “quemador de materia orgánica” o “supercloración”. El más comúnmente utilizado, es el cloro, cuidando que nadie ingrese a la piscina en este tiempo.

El hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio, son químicos de impacto, pero otros productos clorados, pueden trabajar igual o mejor.

Monopersulfato de potasio:

Es un sólido granular.

El efecto en el pH es neutro.

Es un fuerte oxidante que puede remover contaminantes orgánicos.

Se debe almacenar con cuidado y evitar que tenga contacto con otro material orgánico.

Este producto no es un desinfectante, no mata los gérmenes.

### **Clarificadores del agua:**

Coagulantes químicos:

Pueden ser usados para mejorar la filtración. Cuando se usan de forma adecuada, forman una red (llamada material floculado) que atrapa las pequeñas partículas suspendidas en el



agua de la piscina, volviendo esas partículas mucho más grandes, para poder ser recolectadas en el filtro.

En filtros rápidos de arena, se han utilizado el aluminio y el sulfato de hierro.

Al utilizarse estos compuestos, o los aniónicos, catiónicos o no iónicos, será necesario el retrolavado de los filtros más frecuentemente, hasta que los niveles de contaminantes sean removidos.

Algunos polímeros, también han funcionado para atrapar partículas pequeñas.

#### Soporte físico del filtro

Tierras diatomeas (D. E., diatomaceous Earth)

Cuando ha habido una carga de bañistas muy grande, algunos operadores han agregado una delgada capa de D.E. en la parte superior del filtro de arena, para crear un filtro adicional temporal, que recolectará partículas rápidamente.

Cuando se usa, crea una presión inversa en el filtro, y se necesitará un retrolavado pronto. Recupera las condiciones de la piscina rápidamente.

#### Acondicionadores de agua

Muchos productos no están disponibles para asistir al primer desinfectante y mantener la calidad del agua. Un ejemplo es el Sodio tetra borato. Este compuesto ayuda a tomar algo de la carga del primer desinfectante, destruyendo algas que pueden estar en la piscina.

Existen también digestores enzimáticos, que se alimentan de maquillaje, aceites y lociones. Reducen la carga orgánica para el desinfectante principal.

#### Ajustadores de la dureza

Cloruro de calcio

$\text{CaCl}_2$  en forma sólida granular.

Concentración 90%

Se usa para elevar los niveles de calcio, los cuales permiten proteger el equipo y la superficie de la piscina.

El agua suave, aportará calcio y otros metales desde el yeso y el equipo de la piscina.

Es incompatible con ácidos y metales. Irrita la piel y ojos en forma cruda.

#### Hematofosfato de Sodio

Sólido cristalino que se observa como vidrio. 90% de pureza. Encubre al calcio y previene la formación de escamas. Es un agente secuestrante. Cubre la superficie de las moléculas, previniendo que se adhieran a las superficies.

#### Agentes decloradores

Los niveles de cloro que alcanzan demasiada alta concentración, necesitan reducirse. Una forma de lograrlo, es la dilución. Se utiliza más en spa, que en piscinas de natación, donde no es usualmente práctico.

#### Tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )

Sólido cristalino, 90% puro, ligeramente básico. Aparente efecto de pH 8.

Es un agente declorador, aunque removerá cualquier halógeno.

Evitar el contacto con otros oxidantes. Se recomienda guantes protectores y gafas.

### Alguicidas

Las propiedades de los desinfectantes residuales en la piscina, es una medida extraordinaria para controlar las algas.

El cloro puede ser utilizado como un alguicida, en casos que ocurran floraciones de algas. El cloro requerido para estabilizar las algas, es considerablemente mayor que el valor normal residual. Esto será mas efectivo, con un cepillado de la piscina, aspirado y retrolavados.

### Compuestos cuaternarios de amonio

QAC's or Quats. Permiten controlar las algas, pero pueden causar algunos problemas, si los iones de amonio se combinan con cloro, pueden causar irritación de los ojos, por la formación de cloraminas.

### Sales de cobre

El Sulfato de cobre  $Cu(SO_4)$  o piedra azul, es un alguicida efectivo, pero tiene está también asociado a los rashes en la piel y puede volver el cabello rubio artificial a verde. El cobre, se combina con la dureza del carbonato y se precipita en la piscina. Por ello no es una buena opción.

## **Capítulo 8: Balance del agua**

El agua está en balance, cuando todas sus propiedades químicas, interactúan, proveyendo agua saludable, clara, limpia y confortable. El agua balanceada, no es corrosiva. Alarga la vida del equipo.

Para el balance del agua de la piscina, es necesario comprender: pH, alcalinidad total, dureza de calcio, Temperatura.

Figura 8. Alkalinity control of pH (Control de alcalinidad del pH)



El índice de saturación de Langlier, es una medida del balance de propiedades químicas. La lectura de pH, es leída directamente, pero los otros parámetros, deben ser convertidos a un factor matemático a partir del test original. La tabla puede ser utilizada para convertir los resultados al factor de índice de saturación.

Tabla 4. Índice de factores de saturación de Langlier

Temperatura	As CaCO <sub>3</sub> Dureza de Calcio (CF)	MG/l as CaCO <sub>3</sub> Alcalinidad (AF)
32	0.0	5
37	0.1	25
46	0.2	50
53	0.3	75
60	0.4	100
66	0.5	150
76	0.6	200
84	0.7	300
94	0.8	400
105	0.9	800
128	1.0	1000

Reprinted courtesy of Van Waters and Rogers, Technical Information Bulletin, FK, 41464, 1964

Luego, esta fórmula es usada para determinar las características del agua:

$$\text{Index}=\text{pH}+\text{TF}+\text{HF}+\text{AF}-12.1$$

El agua perfectamente balanceada tiene un índice de cero. El agua adecuadamente balanceada, sin embargo, si el índice cae entre +0.5 a -0.5. Los números negativos en el índice, indican agua corrosiva, los números positivos en el índice, indican el agua que puede formar escamas. Afortunadamente, el agua de la piscina será aceptablemente balanceada si los parámetros químicos son mantenidos dentro de los rangos recomendados.

### La escala pH

pH del latín que significa “potencial hidrógeno”, se refiere a los iones hidrógeno en una solución, que son los que la hacen un ácido. El poder de hidrógeno, es su habilidad para disolver y corroer cosas.

La escala de pH, es una medida de los iones hidrógeno, en una solución acuosa. Inicia de 0 hasta 14. Los números bajos de pH indican un ácido, mientras que los números de pH altos, indican una base. Siete, es una solución neutra.

Ácido			Neutro					Básico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

El agua pura (algo muy extraño en la naturaleza) es neutra.

Tiene un pH de 7 porque tiene igual número de iones hidrógeno (H+) y iones hidroxilo (OH-)

La siguiente ecuación representa la ionización de una molécula de agua. Cada molécula a ionizar, produce un ion de cada tipo y es pH neutro.



Los ácidos tienen un exceso de iones hidrógeno (H+). En la escala de pH, los ácidos son indicados con números de 0 hasta 6.9. Son corrosivos. Disuelven el equipo de la piscina, yeso, tuberías de metal. El agua ácida en una piscina, reducirá la vida de la piscina.

Las bases, tienen un exceso de iones hidroxilo (OH-). Indican números desde 7.1 hasta 14. Pueden formar escamas, y depositarlas en las tuberías, el equipo o las superficies. El agua muy básica, reducirá la vida de la piscina.

El agua de la piscina, debe ser mantenida en un rango de pH de 7.2-8. El pH ideal, es generalmente considerado para ser de 7.4.

Este rango, provee al bañista, el máximo confort, máximo tiempo de vida del equipo y buena acción de desinfección (algunos desinfectantes son inactivados por el alto pH).

Un aspecto importante en la escala de pH, es que es una escala logarítmica. Esto significa que cada 1 cambio en el pH, representa un cambio en la concentración de iones hidrógeno de 10 veces.

Un ácido con pH de 5, es 10 veces más ácido que un ácido con un pH de 6. Los cambios en el pH que parecen muy pequeños, son en realidad muy significativos.

Mantener el pH apropiado, es una de las cosas más importantes en el balance del agua. El pH tiene un gran impacto en las características del agua, formación de escamas, confort o generación de irritación para los bañistas.

## Ajuste de pH

Disminuye el pH	Aumenta el pH
Ácido muriático (HCl)	Soda Ash
Bisulfato de Sodio (ácido seco)	Soda cáustica (use con mucha precaución)
Dióxido de carbono (equipo especial requerido)	

El pH del agua de la piscina, puede ser disminuyendo, agregando ácido. El ácido muriático (HCl) y el Bisulfato de sodio (ácido seco) son 2 de los químicos más comúnmente usados para este fin. Algunos sistemas sofisticados, usan CO<sub>2</sub> en forma de gas, para controlar el pH.

Para aumentar el pH, la soda ash, es una buena opción. Algunos operadores utilizan soda cáustica, pero es un químico muy difícil de manejar de forma segura.

### Alcalinidad

Es la medida de algunos minerales disueltos en agua, entre éstos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. El tipo de alcalinidad en el agua de la piscina es una función del pH. En una típica piscina, la alcalinidad es todo o casi todo, en forma de bicarbonatos.

La concentración de estos minerales es medida en miligramos por litro, o ppm. La alcalinidad debe ser mantenida de 80 a 120 ppm para piscinas de yeso, y 100 a 150ppm para piscinas pintadas u otras.

La alcalinidad es un estabilizador del pH. El propósito de la alcalinidad es amortiguar (“buffer”) el sistema de la piscina, para prevenir oscilaciones bruscas del pH o rebotes.

La alcalinidad previene las oscilaciones de pH porque actúa como una esponja del pH, que absorbe los iones de hidrógeno agregados.

Si la alcalinidad es baja (<50 ppm), el pH puede cambiar rápidamente debido a varios factores, como la carga de bañistas, la temperatura, la desinfección, adición de soda ash o ácido muriático para ajuste del pH, etc. Si la alcalinidad es demasiado alta (>200ppm), es difícil ajustar el pH. La figura, muestra la manera en que la alcalinidad controla el pH.

Para aumentar los niveles de alcalinidad, se agrega bicarbonato de sodio. Para reducir la alcalinidad, se agrega ácido.

### Dureza

El término “dureza” es originalmente derivado de la observación de algunas aguas, de no formar espuma de jabón tan fácilmente como otra agua, por ello se le llama “agua dura”.

La dureza, se refiere a la medida del contenido de mineral en el agua. Está asociada con varios compuestos, incluidos los carbonatos de calcio y magnesio, sulfatos, cloros y nitratos, compuestos de hierro y manganeso y otros compuestos misceláneos. Algunos tipos de dureza como bicarbonatos y carbonatos de hierro y manganeso, también están relacionados a la alcalinidad.

El agua dura, tiende a formar escamas en las tuberías y el equipo. El agua suave, genera la corrosión. Si el agua es muy suave, el cloruro de calcio puede ser agregado a la piscina para elevar los niveles de dureza.

Si el agua de la piscina es demasiado dura, la dilución con agua más suave es lo recomendable.

### Sólidos totales disueltos (TDS)

Es una medida de todo lo que está disuelto en el agua de la piscina.

Al utilizar cloro líquido en lugar de cloro gas, se han observado problemas como apariencia brumosa del agua y quejas de sal en el agua. Los TDS deben mantenerse debajo de 2500 ppm o mg/L.

La dilución con agua dulce, es la mejor forma de reducir los TDS.

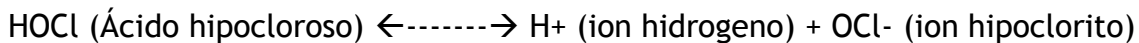
#### La química en la desinfección del agua:

La desinfección asegura que el agua es sanitaria y atractiva, por la destrucción de los organismos indeseables que pueden entrar a la piscina. La desinfección es el proceso de eliminación de organismos indeseables y causantes de enfermedades, como bacterias, virus, protozoos y algas.

#### Cloro

El cloro es el desinfectante más comúnmente usado, y está disponible en diferentes presentaciones. Todas las formas de cloro, cuando se disuelven en agua, forman ácido hipocloroso HOCL, el cual es el compuesto activo para eliminar gérmenes también se conoce como cloro libre.

El cloro libre o ácido hipocloroso, existe en el agua de la piscina en 2 formas. Algo de ácido hipocloroso (HOCL), se rompe o ioniza hasta iones de hidrógeno (H+) e Hipoclorito (OCl-).

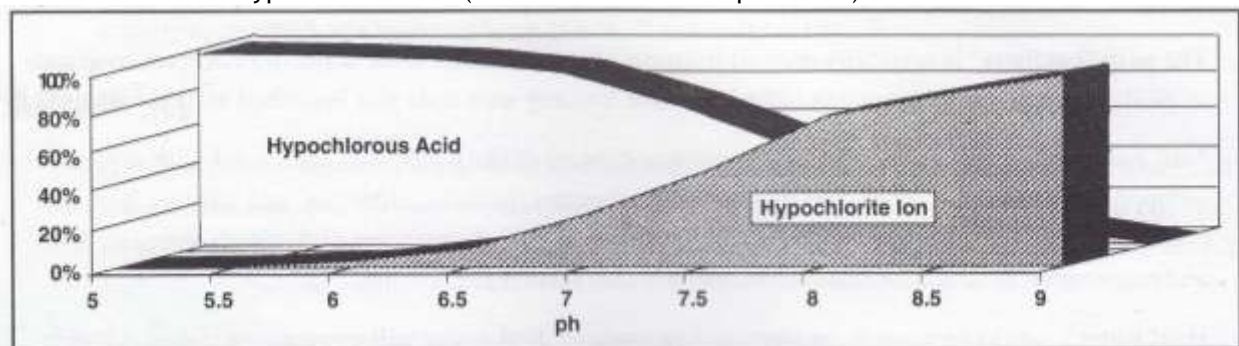


Esta reacción depende del pH en el agua de la piscina. El pH alto, conduce la ecuación a la derecha, generando ionización, mientras que el pH bajo mueve la reacción al otro lado, incrementando los niveles de ácido hipocloroso.

Con un pH de 5, el ácido hipocloroso no se rompe o ioniza. Mientras aumenta el pH, los iones de hipoclorito comienzan a formarse. Cuando el pH es de 7.5, la mitad del compuesto, será en el ácido hipocloroso (HOCL) y la otra mitad, en la forma de ion hipoclorito (OCl-). Más allá del pH 8.2, el ácido hipocloroso será menos del 20% del total. A un pH de 9, 100% de ionización ha ocurrido, y todo el cloro libre en la piscina está en forma de ion hipoclorito.

El ácido hipocloroso, es un gran sanitizador, mientras el ion hipoclorito, no lo es. En esencia, los pH altos, inactivan el cloro.

Figura 8. Ionization of Hypochlorous Acid (Ionización de Ácido Hipocloroso)



El cloro tiene 2 funciones:

1. Desinfecta matando a los gérmenes

2. Ayuda a librar el agua de desechos orgánicos como orina, hojas, sudor, etc.

Este proceso es llamado oxidación. Durante la oxidación, el cloro se combina con compuestos de nitrógeno para producir cloramina o cloro combinado.

Estas reacciones se ilustran:

$\text{HOCl}$  (ácido hipocloroso) +  $\text{NH}_3$  (amonio)  $\leftarrow\text{---}\right\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$  (agua) +  $\text{NH}_2\text{Cl}$  (monocloramina)

$\text{HOCl}$  (ácido hipocloroso) +  $\text{NH}_2\text{Cl}$  (amonio)  $\leftarrow\text{---}\right\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$  (agua) +  $\text{NHCl}_2$  (dicloramina)

$\text{HOCl}$  (ácido hipocloroso) +  $\text{NHCl}_2$  (amonio)  $\leftarrow\text{---}\right\rightarrow$   $\text{H}_2\text{O}$  (agua) +  $\text{NCl}_3$  (tricloro de nitrógeno)

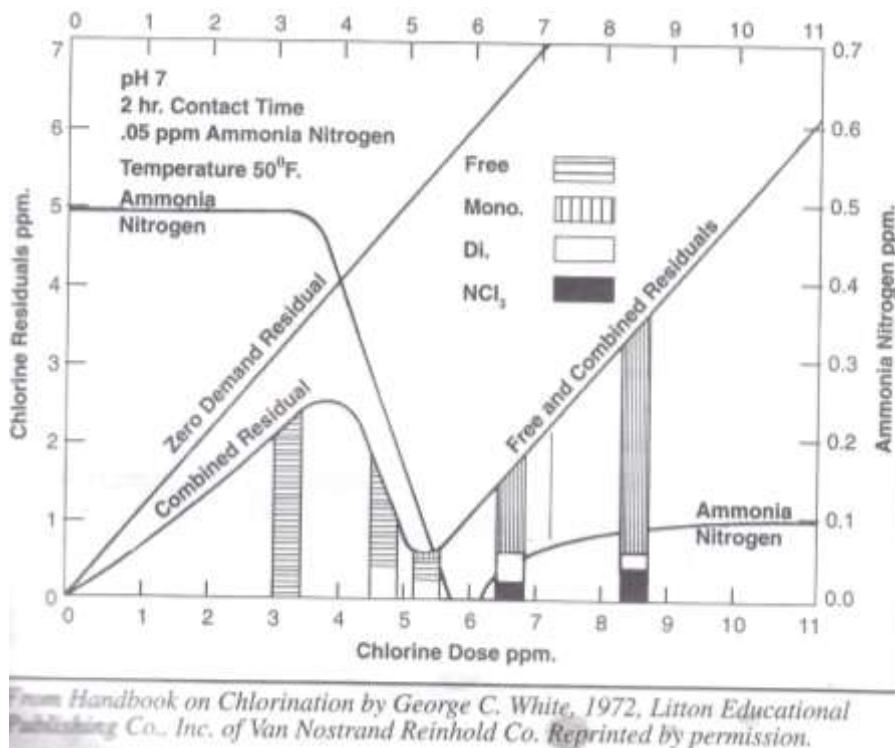
El cloro combinado (cloramina) es indeseable, porque es un sanitizador débil. Las cloraminas causan irritación de los ojos y de la piel, así como olor muy fuerte a cloro, y la acumulación de cloraminas, da una imagen del agua inatractiva y borrosa.

Los altos niveles de cloramina, significan que el cloro libre es demasiado bajo para manejar la carga orgánica (orina, sudor, lociones). Para corregir los altos niveles de cloro combinado, se conduce a la cloración "punto de quiebre", supercloración, o quema de orgánicos.

El punto de quiebre ocurre, cuando los niveles de cloro libre alcanzan una concentración de al menos 10 veces la concentración de cloro combinado (más correcto, 110 veces la concentración de nitrógeno amonio en el agua).

Una posible solución para el cloro combinado persistente, es aumentarl la corriente de aire dentro del recinto de la piscina. No es una solución perfecta, pero puede funcionar a veces.

Figura 9. Breakpoint curve, the relationship of Ammonia nitrógeno and chlorine (Curva de punto de quiebre, la relación de nitrógeno de amonio y Cloro)



## Niveles recomendados de cloro

Los niveles de cloro aplicados a piscinas públicas, variarán de estado a estado (EE.UU). Un nivel mínimo de 1 mg/l, debe proveer adecuada desinfección.

El ácido cianúrico (estabilizador solar), tiene un impacto en la habilidad de desinfección del cloro, por lo que debe considerarse cuando se determinen mínimos niveles de desinfección.

Los niveles de cloro no deben sobrepasar 6 mg/l a 10 mg/l en spas en el Estado de Washington. En estos niveles, produjo piel y ojos irritados, picazón, pérdida de velos del cuerpo, cuando las personas se han expuesto a largos períodos.

## Bromo

La química del bromo, es similar al cloro, pero tiene algunas diferencias. El Bromo es un poderoso oxidante. Su forma activa es ácido hipobromoso, que se ioniza como el cloro, pero esto ocurre con pH alto.

El bromo libre, funciona como sanitizador y oxidante.

El bromo se combina con nitrógeno amoniacal de los bañistas, para formar bromamina, que es un efectivo sanitizador y no produce mal olor ni irritación en los ojos.

Tabla 4. Niveles mínimos de desinfección en el Estado de Washington

Tipo de desinfección	Rango de pH 7.2-7.49		Rango de pH 7.5-7.79		Rango de pH 7.8-8	
	Piscina	Spa	Piscina	Spa	Piscina	Spa
Cloro	1.0	2.5	1.4	2.9	1.8	3.3
Cloro estable al sol	1.5	3.0	2.0	3.5	2.8	4.3
Bromo	2.0	3.5	2.5	4.0	3.5	5.0

El Bromo es recomendado por 2 razones: completa la oxidación de los desechos de los nadadores, y cambia los iones de bromo a ácido hipobromoso.

$\text{Br} (\text{iones de bromuro}) + \text{HOCl} (\text{ácido hipoclorito}) \leftarrow \text{-----} \rightarrow \text{HOBr} (\text{ácido hipobromoso}) + \text{Cl} (\text{ion cloro}).$

## Ozono

Su química es muy diferente a la del cloro o bromo. El ozono es un extremadamente poderoso oxidante y sanitizante. Quema los organismos indeseables y los desechos orgánicos en el agua. Es un químico inestable, que necesita ser producido en el lugar de uso.

No deja un residual en el agua, por ello no se considera como efectivo por sí mismo. En las piscinas que se utiliza ozono, se debe mantener también cloro libre y bromo residual.

El ozono se crea y luego se inyecta a la línea de recirculación, retornando a la piscina.

## Cobre/Plata

En sistemas con cobre o plata, los iones de los 2 metales son despojados de una fuente colocada en el sistema de recirculación de la piscina.



Ambos atacan y eliminan microorganismos. Son tóxicos para el ser humano, por lo que no se permite exceder de 0.05 mg/l en el Estado de Washington. Este nivel no provee la misma desinfección que el cloro.

Siempre es requerido un residual de cloro o bromo, cuando se usa cobre o plata como sanitizador.

### Biguanidas

Es un nuevo agente sanitizante, aún no aprobado para uso comercial por Washington State. Las Biguanidas, son polímeros complejos que eliminan microorganismos. No son compatibles con otros químicos.

Es importante contactar al agente local de salud, para consultar sobre el uso de cualquier sanitizador diferente al cloro o bromo.

## Capítulo 9: Pruebas en el agua

### **Muestreo en el campo:**

Muchos kits para pruebas del agua de piscinas de baño, están disponibles en una amplia variedad y modelos. Los hay desde los electrónicos hasta los de papel. Estos son llamados: kits para muestreo en campo, y como las pruebas de laboratorio, pueden ser confiables para operadores de piscinas.

Los kits para pruebas standard en agua de piscinas, deben permitir la prueba de los químicos agregados a la piscina de forma frecuente. Las pruebas que deben estar disponibles en estos kits, son las siguientes:

- ✓ Niveles del desinfectante
- ✓ pH
- ✓ Alcalinidad
- ✓ Dureza
- ✓ Acido cianúrico
- ✓ Temperatura (para piscinas de spa)

Los kits, deben estar disponibles sobre el rango que normalmente se encuentra en el agua de piscinas. Por ejemplo:

- El test de Cloro/Bromo debe estar disponible de 0 ppm a 3 ppm (se recomienda test de 5 ppm) en una piscina grande. En un spa, el rango debe ser al menos de 0 - 5 ppm (en spa, se recomienda un kit de 10 ppm).
- El kit de pH, debe estar disponible en un rango de 6.8-8.2
- La alcalinidad de 0-200 ppm.
- Dureza: 50-500 ppm
- Ácido cianúrico: 20-100 ppm

Si no existen estándares en su área, obtenga un kit que mida el cloro con un incremento de 0.5 ppm y de 0.2 en el test de pH.

### **Técnica de muestreo:**

Una técnica pobre de muestreo, puede afectar los resultados. Para obtener mejores resultados, siga las recomendaciones siguientes:

- ❖ Siga cuidadosamente las instrucciones del kit de muestreo

- ❖ Utilice equipo limpio. Esto es crucial. El tamaño pequeño de una muestra de agua, puede afectar los resultados obteniendo mínimas cantidades de contaminantes. Siempre debe limpiar el kit antes y después de cada uso y mantenerlo en buenas condiciones.
- ❖ Mida la muestra de agua y reactivos, cuidadosamente. El agua para la muestra, debe medirse desde el fondo del menisco. El menisco es el arco formado en la superficie del agua en el frasco del muestreo. Los reactivos líquidos, se agregan usualmente por goteo. Para asegurar una gota uniforme, sostenga la botella del reactivo en forma recta.
- ❖ Use una fuente de luz (natural si es posible). Las condiciones de luz son muy importantes, cuando se usan test colorimétricos (combinación de la muestra coloreada con un color standard). La mayoría de test, han sido diseñados para ser usados en la luz natural. Si tiene que muestrear en condiciones menores a las óptimas de luz, asegure el uso de la misma luz en condiciones día a día y prueba por prueba.
- ❖ Compare los colores contra un plano blanco o fondo neutro (para evaluar la muestra coloreada con un color standard)
- ❖ No toque los reactivos con las manos descubiertas. Los contaminantes en las manos, pueden impactar los resultados.
- ❖ Use tapas en los envases del test, cuando mezcle la muestra de agua con los reactivos. No use sus dedos, pues el contacto con la muestra puede cambiar la química del agua y los resultados.
- ❖ Use reactivos recientes. Los reactivos líquidos tienen un promedio de vida de 6 meses si se almacena bajo buenas condiciones. Las tabletas y polvos, pueden mantenerse por más de un año si se almacenan correctamente. En cualquier presentación, los reactivos deben almacenarse en un área fresca y oscura.
- ❖ Realice la lectura rápidamente. Muchos test de piscinas, tienen un tiempo muy sensible y corto, y deben ser completados tan pronto como sea posible, después de mezclar los reactivos con la muestra.

### **Muestreo:**

El método usado para tomar una muestra de agua, puede influir en los resultados también, por lo que debe tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- ❖ Use un frasco o botella limpia. Enjuague el frasco con el agua de la piscina que será muestreada.
- ❖ Seleccione un lugar que provea una muestra representativa de la piscina entera. Tomar muestras de diferentes partes de la piscina, es una buena forma de evaluar los patrones de circulación de la piscina.
- ❖ Las muestras deben ser tomadas lejos de las entradas y de 18 a 24 pulgadas bajo la superficie del agua.

La botella debe introducirse al agua con el lado de arriba hacia abajo, con una profundidad de 18 a 24 pulgadas y luego girar al lado derecho, para llenar. La muestra debe ser suficiente para realizar todos los test. Los test deben realizarse de la muestra tomada dentro de aproximadamente 1 hora máximo, de lo contrario, debe tomarse una nueva muestra.

### **Probando los desinfectantes**

#### Ortotolidina

Se ha utilizado por muchos años, pero ha sido reemplazado por método DPD.  
Vuelve la muestra color amarillo

### DPD test

La industria standard para test de campos para cloro/bromo/ozono, está ahora con procedimiento DPD (N, N-diethyl-p-phenylene diamine). Tiene mucha exactitud y precisión.

## **Sección I: Otras instalaciones**

### **Capítulo 10: Elementos atractivos en parques acuáticos**



*Water parks offer a variety of activities.*

Las instalaciones de aguas recreacionales, han cambiado considerablemente desde los años 80, con el desarrollo de los parques acuáticos.

El diseño es un factor muy importante para evaluar la seguridad de la operación.

Lo más común en estos parques, son los toboganes y túneles y por su rápido descenso deben tener una piscina de aterrizaje.

Otra modalidad de piscinas, es la de río.

### Túneles

Son comúnmente un tubo plástico serpenteante, diseñado cuidadosamente para controlar la velocidad. Pueden ser plásticos, de fibra de vidrio o de concreto, que es menos común.

Los túneles, requieren especial atención por los propietarios y operadores. Es importante monitorear diariamente y dar mantenimiento, asegurándose que no hay daños provocados por el uso de ropa o la desatención. Deben haber medidas para controlar el espacio entre uno y otro bañista, ya que puede haber un niño muy pequeño y otro mayor y más grande, puede arremeter contra él por la velocidad y ocasionarle heridas o daños. Debe haber un guardavidas o un responsable que vigila de igual manera

la zona de caída, espaciando lo suficiente el tiempo para la siguiente caída de otro bañista.

Un sistema de comunicación, para mantener el control entre la parte más alta y el fondo, es crucial para asegurar las reglas y evitar accidentes.

Algunas reglas comunes par usuarios de toboganes, son:

No deslizarse de cabeza

Una sola persona a la vez

Prohibido detenerse en el canal

Dejar el área de aterrizar, una vez se desliza

No pararse, arrodillarse o jugar de cargarse en la espalda en el deslizador

Si no se cumplen con estas indicaciones, se puede expulsar al bañista por no aplicar indicaciones

### Deslizaderos veloces

Proveen un paseo que es como una caída libre. Muchos, tienen plataformas de 50 a 100 pies en elevación. Además de las reglas mencionadas antes, el bañista debe mantener sus piernas cruzadas todo el trayecto.

### Piscinas de olas

Son muy grandes y requieren extrema habilidad en los guardavidas, para ayudar a los bañistas en caso de encontrarse en problemas. Algunas llegan a medir 1 acre. Se pueden permitir elementos como flotadores, boyas, tablas, otros. Es importante tener un número limitado de usuarios para evitar colisiones.

Las reglas son:

Los niños deben estar supervisados por adultos

Prohibido bucear, saltar o entrar desde las orillas

Los niños pequeños o los nadadores principiantes, deben tener artículos personales para flotación.

### Piscinas de niños más pequeños

Proveen a los niños disfrutar de las instalaciones con múltiples actividades que pueden ser desde jugar con juguetes y jugar en flotadores. Es muy importante considerar la superficie de juegos y su diseño.

### Piscinas para adultos

Ofrecen una variedad de actividades que incluyen paseos y conductos de caída.

### *Operación de las instalaciones*

Es esencial que el propietario y administrador mantengan las condiciones para brindar seguridad a los usuarios.

Asi mismo, es necesario informar a los bañistas sobre la prevención de heridas y otros daños por causas de imprudencia.

Muchos lugares tienen servicio de enfermería y guardavidas. Proveer seguros puede ayudar a reducir muchos reclamos.

Los elementos contenidos en el presente libro, se pretende sean una guía útil para ampliar conocimientos básicos sobre el funcionamiento de piscinas.

Es de suma importancia realizar las actividades de salud ambiental, para prevenir enfermedades transmitidas por agua de piscinas.

Dichas acciones incluyen:

- Monitorear el nivel de cloro residual en piscinas con sistema de recirculación
- Monitorear pH y temperatura
- Observar transparencia del agua que permita ver el fondo
- Filtros trabajando
- Skimmer limpios
- Avisos y reglas para ingresar a la piscina
- Indicadores de zonas más profundas.