

MEDISED

INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO
Y DESARROLLO HUMANO

NORMA DE COMPETENCIA:

Inspeccionar sistemas de agua de acuerdo con procedimiento operativo
y norma técnica.

Código: 280201234

Bogotá, julio 30 2017

Registro de Cambios

Versión	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción
1	Marzo 2014	Ingeniera Adriana Santos	Ingeniera Nazly Beltrán	Calidad Evaluación y Mejoramiento	1ª Versión oficial del Sistema de Calidad.
2	Julio 30 del 2017	Ingeniera Nazly Beltrán	Comité de Apoyo Académico	Proceso SIQ	Actualización del documento en general.
3	Febrero 5 del 2019	Ingeniera Nazly Beltrán	Comité de Apoyo Académico	Proceso SIQ	Actualización en el orden del documento de apoyo.

Tabla de Contenido

1. PROCESO DE APRENDIZAJE: INSPECCIONAR LAS INSTALACIONES ANEXAS Y COMPLEMENTARIAS DE LAS PISCINAS DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE	6
1.1. Piscinas artificiales.....	6
1.1.1. Partes básicas de una piscina.	6
1.1.2. Clasificación de acuerdo a número de usuarios.....	7
1.1.3. Clasificación de acuerdo a como se extrae el agua para ser tratada	8
1.1.4. Aspectos a tener en cuenta previo la construcción	9
1.2. El manejo del agua de piscina	10
1.2.1. Sistema de abastecimiento de agua.....	10
1.2.2. Piscina de uso público.	10
1.2.3. Piscinas de uso privado	15
1.2.4. Desagüe de la piscina	16
1.2.5. Tratamiento del agua de piscinas.....	16
1.3. Control del PH	28
1.4. Accesorios.....	30
1.4.1 De accesibilidad:.....	30
1.4.2 De la instalación hidráulica:	31
1.4.3 Accesorios eléctricos	31
1.4.4 Accesorios de limpieza y mantenimiento.	33
1.5 Parámetros de calidad para aguas de piscina	33
1.6 Fuentes de abastecimiento de estanques de piscinas o estructuras similares.....	35
1.7 Índice de saturación o de Langelier (ISL).....	36
1.8 Índice de Riesgo para Agua de Estanque de Piscina y de Estructuras Similar - IRAPI	39

1.9 Competencias de las autoridades sanitarias Departamentales, Distritales y Municipales de salud (municipios 1,2 y 3)	42
1.10 Piscinas Naturales.....	43
1.11 Seguridad en la piscina.....	45
1.12 Criterios técnicos.....	45
1.13 Normatividad aplicada a los estanques de piscinas y estructuras similares.....	50
2 PROCESO DE APRENDIZAJE: VERIFICAR LA CALIDAD DE AGUA DE LAS PISCINAS Y ESTRUCTURAS SIMILARES DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE.....	51
2.1. Disoluciones químicas	51
2.2 Solubilidad	54
2.3 Masa Atómica (ma)	55
2.4 Masa molar.....	56
Bibliografía.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1. Cantidad de inodoros por número de bañistas.....	49
Tabla 2. Normas aplicadas a los estanques de piscina y estructuras similares.....	50
Tabla 3. Características físicas del agua de estanques de piscinas y estructuras similares	34
Tabla 4. Características químicas del agua de estanques de piscinas y estructuras similares	34
Tabla 5. Características microbiológicas del agua para piscinas y estructuras similares.....	34
Tabla 6. Normas de Calidad para aguas de piscina	35
Tabla 9. Índice de saturación de Langelier o Cosmetológico	37
Tabla 10. Frecuencia de control de la calidad física del agua de estanques y estructuras similares.....	38
Tabla 11. Frecuencia del control de la calidad química de estanques de piscina y estructuras similares..	38
Tabla 12. Control de la calidad microbiológica del agua para estanques de piscina y estructuras similares	39
Tabla 13. Criterios para establecer el Índice de riesgo	40
Tabla 14. Clasificación Índice del riesgo IRAPI.....	42

Lista de Figuras

Ilustración 1: Partes de una piscina.....	7
Ilustración 2: Piscina con Skimmers	8

Ilustración 3: Sistema de rebosadero	9
Ilustración 4: Sistema de abastecimiento de agua de una piscina pública.	12
Ilustración 5: Filtros sílex	13
Ilustración 6: Boquillas de Latón.	14
Ilustración 7: Ubicación de los diferentes elementos en una piscina con skimmers.....	16
Ilustración 8: piscina con rebosadero.	17
Ilustración 9: Arena de sílice.	19
Ilustración 10: Filtros de arena.....	20
Ilustración 11: Sistema de filtrado AFM.	21
Ilustración 12. Sistema de filtración integrada con un sistema de filtrado con skimmers	21
Ilustración 13: piscina con sistema de filtración con rebosadero y tratamiento automatizado por medio de hipoclorito sódico.....	24
Ilustración 14: sistema de instalación del método cobre/plata.....	26
Ilustración 15: sistema de tratamiento físico-químico por rayos UV.....	27
Ilustración 16: sistema de tratamiento físico-químico por ozono (O ₃)	27
Ilustración 17: Escala de pH.....	29
Ilustración 18: Sistema de control de pH con un método de cloración salina.....	29
Ilustración 19: Sistema automático de control de pH.....	30
Ilustración 20: Pulsador piezoeléctrico.	31
Ilustración 21: Proyector para piscina.....	32
Ilustración 22: caja de registro del proyector.	32
Ilustración 23. Piscina natural en el valle del cauca.	43
Ilustración 24: Piscina natural en Bucaramanga Santander.....	44
Ilustración 25: Piscina natural en el desierto de la Tatacoa.....	44
Ilustración 26: tipos de mezclas homogéneas y heterogéneas.....	52
Ilustración 27: Tipos de mezclas y estado de la materia que lo compone.....	52
Ilustración 28: niveles de saturación de una disolución.	53

1. PROCESO DE APRENDIZAJE: INSPECCIONAR LAS INSTALACIONES ANEXAS Y COMPLEMENTARIAS DE LAS PISCINAS DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE

1.1. Piscinas artificiales.

Debido al aumento de tiempo libre y a un mejor poder adquisitivo de la población, se ha producido una activación de las estaciones balnearias, las cuales pueden ser naturales o artificiales, para uso recreativo, de relajación o deportivo hasta una combinación de todas las anteriores. Teniendo en cuenta la importancia de la calidad en estos espacios, existe una normatividad, aseguramiento de la calidad y el uso de una tecnología especial que va a permitir garantizar el bienestar de los usuarios y trabajadores del mismo.

Para la realización de una correcta instalación hidrotermal es fundamental el tipo de cerámica a utilizar y la instalación adecuada de la misma, ya que va desde la impermeabilización del vaso, hasta los requerimientos de aislamiento y funcionalidad de los diferentes espacios.

En Europa el uso de estos espacios se remonta a la civilización romana, sin embargo fue gracias a los musulmanes después de su corta estancia en la península ibérica que los espacios como albercas y baños son cubiertos con cerámica.

De acuerdo a la ley 1209 de 2008, se entiende como piscina a la estructura artificial destinada a almacenar agua con fines recreativos, deportivos, terapéuticos o de simple baño, en donde se incluye además del estanque las instalaciones anexas, como vestuarios, sanitarios, lavamanos, duchas, trampolines, casa de máquinas, accesorios y áreas complementarias.

La característica fundamental de una piscina son sus dimensiones, ya que estas determinan su capacidad de agua, por lo tanto, el aforo del vaso en donde en el momento de mayor afluencia de bañistas se disponga como mínimo 2m² de lámina de agua por cada uno de ellos (Arenas).

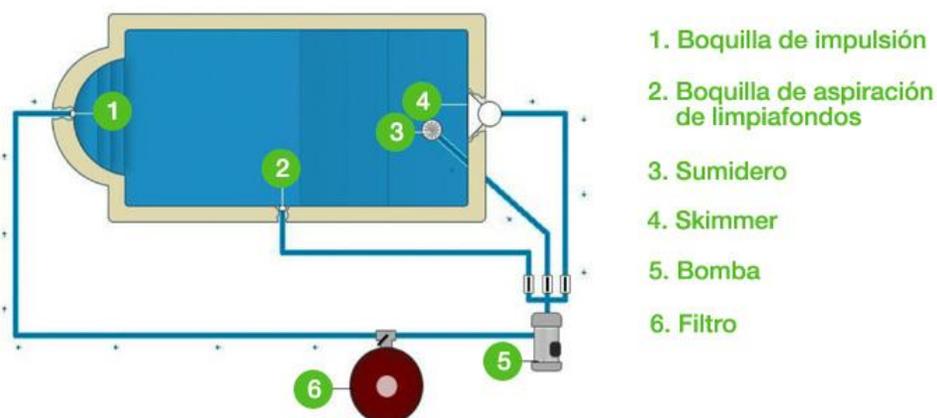
1.1.1. Partes básicas de una piscina.

- Vaso: Cubierta de fábrica recubierta de gres, gresite o prefabricada en poliéster, entre otros, que funciona como recipiente del agua.
- Sumidero de fondo: Desagüe situado en la parte más profunda del vaso de la piscina, en donde además deservir como desagüe rápido, el grupo de motobomba aspira directamente por él.
- Rebosadero: es una canaleta alrededor de toda o de parte del perímetro de la piscina en donde desborda el agua de la piscina y por un colector va al vaso de compensación o depósito regulador.

- Vaso de compensación: Almacena el agua que desborda por la canaleta del rebosadero, recibe el agua de renovación, además el grupo de bombeo aspira desde allí el agua para filtrarla y devolverla a la piscina.
- Skimmer: abertura de plástico en los muros de la piscina y a la altura de la superficie del agua, para la aspiración de ellos, se conectan varios desde el grupo de bombeo. Se coloca en la piscina frente al viento dominante (Arenas).
- Toma para la barredera: es una boquilla ubicada a 15cm bajo la superficie del agua, para conectar la manguera del limpia fondos manual que envía el agua al equipo de filtración.
- Grupo de bombeo: está formada por una o varias bombas, que se encargan de recircular el agua de la piscina por un tiempo preestablecido, aspirando la de los fondo del skimmer y la de la barredera, reuniéndola en un colector, para luego impulsarla a los filtros y la devuelve a la piscina
- Filtro: es un recipiente que puede ser metálico, de poliéster o de vidrio, el cual tiene material filtrante, que se encarga de retener las partículas flotantes del agua, puede tener una batería de cinco válvulas o una válvula selectora, permite las labores de filtrado, lavado y enjuague del filtro, además puede ser más de uno por piscina.
- Contadores de agua: la piscina debe contar mínimo con dos, en donde uno se encarga de indicar la cantidad de agua que entra en el día a la piscina y el otro de indicar la que es recirculada diariamente con el fin de conocer si las instalaciones cumplen con las normas establecidas para piscinas públicas.
- Impulsión: conjunto de tuberías que se ramifican bajo el fondo de la piscina o en sus muros, que devuelven el agua a la piscina desinfectada y filtrada, además puede servir para llenarla piscina con el sistema de agua local.
- Desinfección: es el método químico que se utiliza para el tratamiento y desinfección del agua.

Ilustración 1: Partes de una piscina.

Partes de una piscina



Fuente (<http://www.leroyermerlin.>, 2014)

1.1.2. Clasificación de acuerdo a número de usuarios.

- a) Piscinas particulares: Son exclusivamente unifamiliares
- b) Piscina de uso colectivo, este tipo de piscinas pueden ser a su vez:

b.1.) Piscinas de uso publico: Estan destinadas para el uso del publico en general sin ninguna restricción.

b.2.) Piscinas de uso restringido: Éstas están destinadas para el uso de un grupo determinado de personas, quienes para ingresar a las mismas debe cumplir con ciertas condiciones, dentro de éstas se encuentran, las piscinas de clubes, centros de recreación o vacacionales, condominios, escuelas, hoteles y similares.

b.2) Piscinas de uso especial: Son utilizadas para fines diferentes al recreativo, deportivo o de esparcimiento, cuentan con características fisico-químicas particulares, como las de uso terapeutico, termales, entre otras.

1.1.3. Clasificación de acuerdo a como se extrae el agua para ser tratada

- Piscina con skimmer: Es aquella en la que el agua contenida es depurada al ser aspirada en su superficie por medio de unos skimmers y el agua de fondo es aspirada por un sumidero en una proporción del 50% respectivamente (Arenas).

Este sistema de piscina predomina casi con el 95% de frecuencia, debido a la facilidad en la construcción y el sistema a utilizar es apto para para todos los tipos de vasos. Sin embargo, al tener que estar el nivel de agua a unos 10-15cm por debajo del nivel superior o de terraza, genera mayor actividad y atención en el mantenimiento, gastos en productos químicos, debido a que cualquier suciedad caída al agua, en poco tiempo se hundirá en ella, además del nivel de agua, la cual debe mantenerse siempre a la mitad de la abertura de los skimmers para que ésta tenga un buen funcionamiento como se puede observar en la ilustración 2.

Ilustración 2: Piscina con Skimmers



Fuente: (<http://www.reindesa.com/filtracion-piscinas>)

Las dimensiones aproximadas son entre 20-25cm de diámetro, admiten solo el agua de la lámina superficial y se distribuyen en el perímetro superior de la piscina, justo debajo de la piedra de coronamiento¹. Se colarán aproximadamente 25 m² de la lámina de agua o fracción, se debe tener en cuenta la dirección del viento más favorable para ayudar al arrastre de la suciedad (<http://www.reindesa.com>, 2014).

- Piscinas desbordantes con canal perimetral: en este sistema de piscinas, la recogida del agua se realiza por medio de un canal perimetral, el cual permite retirar la suciedad de la piscina, sin contaminar el volumen y antes de que ésta llegue al fondo.

El sistema se vuelve más óptimo si los inyectores se colocan empotrados en el suelo, de esta forma la suciedad se mantiene en la superficie, llegando al fondo solo una pequeña porción.

El sistema de filtrado se puede programar de tal manera que funcionen en cortos periodos de tiempo varias veces al día, de tal manera que se asegure agua limpia. Es un sistema que reduce costos en uso de químicos y en tiempo de mantenimiento.

Ilustración 3: Sistema de rebosadero



Fuente: (<http://www.reindesa.com/filtracion-piscinas>)

1.1.4. Aspectos a tener en cuenta previo la construcción

- a) Selección del tipo de nivel de agua (alto o bajo), el tipo de borde adecuado, teniendo en cuenta el nivel de agua y las condiciones de ejercicio de la piscina.
- b) Seleccionar el sistema cerámico a utilizar en el rebosadero de la piscina, de acuerdo con las dimensiones nominales del vaso, la geometría de la piscina, y las características de las instalaciones anexas, como los sistemas de desagüe, piezas cortadas, además de a junta de

¹ Es la parte que rodea la piscina, plana y regularmente en piedra.

colocación.

- c) Selección de las baldosas cerámicas con base en el complejo que se va construir.
- d) Las instalaciones de fontanería, calefacción, ventilación, y aire acondicionado se manejaran por separado del proyecto de la/s piscinas.
- e) Para el caso de piscinas con hormigón las principales condiciones son:
 - Comprobación de las características del terreno o base del vaso, adaptando las medidas necesarias para evitar filtraciones de agua, una adecuada compactación de terrenos poco firmes y la disposición de una grava de 30-40cm, lo que permite el asentamiento de la estructura, además de crear una barrera capilar desde el terreno (espacios hídricos).
 - Procesos de impermeabilización, bordes, revestimiento de las paredes del vaso de acuerdo a las condiciones establecidas para cada proyecto, previo al recubrimiento cerámico.
 - Finalizando con el proceso de sellado de las juntas de movimiento y la instalación especial que se requieran.

1.2. El manejo del agua de piscina

1.2.1. Sistema de abastecimiento de agua

El sistema de abastecimiento es fundamental para el proceso de llenado de la piscina, se debe realizar directamente desde el sistema local, por medio de una válvula de retorno² la cual canaliza el agua ya sea a las bocas de impulsión, al depósito de compensación o a una entrada directa, esto puede variar de acuerdo a las dimensiones de cada piscina como se muestra en la ilustración 4.

El cambio de agua se debe realizar como mínimo del 5% del total, para el caso de piscinas públicas con el fin de controlar el consumo de agua renovada se debe utilizar un contador en el sistema de abastecimiento y uno en la salida del sistema de depuración (ver ilustración 4).

1.2.2. Piscina de uso público.

De acuerdo con la resolución 2191 de 1991, en el artículo 29 se define que toda piscina de recirculación debe tener una tasa de filtración que garantice como máximo la renovación y recirculación del volumen total de agua teniendo en cuenta su uso, para el caso de las piscinas públicas la recirculación debe ser cada cuatro horas, para piscinas de uso restringido será cada seis horas y para privadas de cada ocho horas.

El sistema de recirculación y depuración cuenta con las siguientes partes:

² Es una válvula unidireccional que evita que el agua regrese a la línea de suministro. Cuando no hay suministro se cierra automáticamente, para que al agua al otro lado de la válvula no pueda pasar.

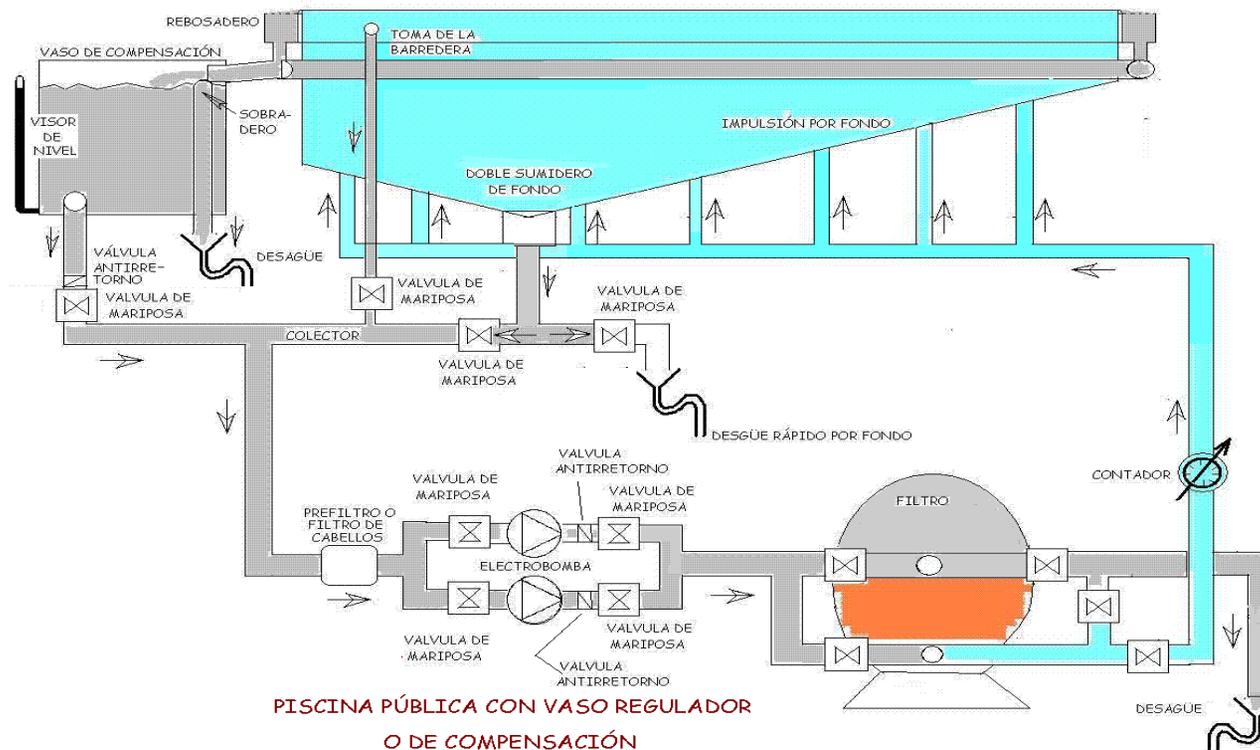
- Tubería de retorno: garantiza el retorno del agua desde la piscina hasta el depósito regulador, de donde lo aspiran las electrobombas. Al fondo de la piscina hay un sumidero al fondo de la piscina del que aspiran las bombas directamente y por medio de una válvula de retorno permitirán vaciar rápidamente la piscina.
- Depósito regulador o vaso de compensación: En las piscinas con rebosadero, el agua llega hasta el borde superior de la piscina y se desborda en una canaleta en donde se encuentran las tomas de rebosadero unidas a una tubería que lleva el agua hasta el vaso de compensación, en donde el grupo de bombeo la aspira, para llevarla luego al pre-filtro de bombas, el filtro y luego retornar a la piscina filtrada con una dosis de cloro. En el vaso de compensación entran los tubos recolectores de las tomas de rebosadero, por lo general son dos, además de la tubería de llenado procedente de la red de agua local.
- Del vaso de compensación: Tubo de sobrante, el cual, permite que cuando halla gran cantidad de bañistas el agua que rebose se valla a desagüe y cuando baje la cantidad de bañistas el agua de la red llegue al vaso de compensación para llenarlo hasta el nivel controlado por la boya o por el nivel eléctrico de mercurio.

Debe tener una toma para el tubo transparente de nivel, el cual señala a que altura se encuentra la capacidad del vaso de compensación. Se debe contar también con una toma de aspiración hasta la del colector de aspiración de la bomba.

El vaso de compensación tendrá una capacidad como mínimo de 5m^3 por cada 100m^2 de superficie de la lámina de agua, para el caso de piscinas con batería de válvulas neumáticas o eléctricas en filtros, se duplica esta cifra teniendo en cuenta el caudal de aspiración del grupo de bombeo, para que no se vacíe el vaso de compensación durante el lavado automático de los filtros y no se dañe el grupo de bombeo al trabajar en vacío (<http://urzainqui.galeon.com>, 2014).

- Equipo de bombeo: Está formado por dos bombas con capacidad de proporcionar el caudal necesario en un periodo de tiempo preestablecido, funcionando una sola bomba de manera alterna durante el filtrado, activada por un cuadro eléctrico. Para el caso del lavado de filtros funciona al tiempo para obtener una velocidad de $40\text{m}^3/\text{h} * \text{m}^2$, la cual es fundamental para un correcto lavado de filtros.
- Calculo del equipo de bombeo: Suponiendo una piscina con una capacidad de 300m^3 que debe ser recirculada cada 4 horas, la corriente eléctrica en la sala de bombeo es trifásica de 220 – 380 V, se recomienda que el equipo de bombeo alcance al menos una presión de 10 m.c.a^3 .

Ilustración 4: Sistema de abastecimiento de agua de una piscina pública.



Fuente: (<http://urzainqui.galeon.com>, 2014)

Con los datos se realiza el siguiente calculo:

$$300 \text{ m}^3/4\text{h} = 75\text{m}^3/\text{h}$$

En el catálogo del proveedor de equipos de bombeo se busca una unidad que proporcione 75m³/h a 10 m.c.a, con corriente de 220-330 V o la que más se le aproxime, siempre por encima de la presión y del caudal (<http://urzainqui.galeon.com>, 2014).

- **Filtros:** El material tradicional es poliéster y fibra de vidrio, ya sea laminados, bobinados o en acero, el diametro depende del caudal a recircular y de la velocidad de filtración que se quiera obtener. El proceso de filtrado se realiza por medio de arena sílicea de 3 granulometrias, colocadas de 6-8mm, 2-3 mm, 0.7 y 1mm, ubicadas en el filtro en éste orden desde la parte inferior a la superior.

Para mayor calidad en la filtración se pueden utilizar columnas de sílex y antracita, en donde medio metro de arena es sustituido en la parte superior del filtro por medio metro de altura de antracita.

Tambien se puede utilizar un filtro industrial de sílex, el cual ha sido diseñado especialmente para piscinas de uso publico en donde el agua fluye desde la parte superior del filtro hasta la parte inferior, el filtro contiene en su interior un medio filtrante, el cual se puede llenar con grava, sílex y/o antracita, puede ser tambien diatomeas, carbon activado o vidrio ecofiltrante. El agua pasa por el medio filtrante depositando las impurezas, con el paso del tiempo éstas generán un incremento en la presión lo que indica que es tiempo de lavar el filtro, la cual se debe escoger en la válvula selectora. (ver ilustración 5).

La velocidad del agua durante el filtrado será de 20 a 30 m³/h*m², ideal para una piscina pública. La limpieza de los filtros se realiza por contracorriente, sobre la bateria de válvulas o sobre la valvula selectora de filtro cuando la presión en el manómetro se acerque a 1,5 kg/cm² (<http://urzainqui.galeon.com>, 2014).

Ilustración 5: Filtros sílex



Fuente: (<http://www.sacipumps.com>, 2014)

- **Tuberías de impulsión:** Esta red permite que el agua se devuelva a la piscina filtrada y desinfectada. Se ramifica debajo del fondo de la piscina o en sus muros laterales reduciendo el diámetro de la tubería con cada ramificación, logrando así una distribución homogénea del agua depurada. El agua se inyecta en la piscina por medio de boquillas de latón cromado (ver ilustración 6) con posibilidad para regular el caudal o de plástico ABS orientables.
- Dosificación de cloro y bomba dosificadora de ácido o alcali: la desinfección de la piscina se debe realizar por medio de cloro líquido, en polvo o granulado disuelto o por medio de tabletas compactas tricolor.

Cuando el pH de la piscina alcance su límite superior, por medio de una bomba dosificadora se inyectará ácido hipocloroso al agua de impulsión, si el agua tiende a disminuir su pH se inyectará una solución alcalina. El objetivo es colocar el pH en los límites permitidos, evitar molestias a los bañistas, la turbidez del agua y favorecer la acción de desinfección aplicada al agua de la piscina.

Ilustración 6: Boquillas de Latón.



Fuente: (<https://www.google.com.co>, 2014)

El analizador regulador de cloro y pH mide constantemente la concentración de cloro y la acidez del agua impulsada a la piscina haciendo pasar agua por el dosificador de cloro, de tal manera que éste

indique a la bomba dosificadora aplicar ácido o álcali según sea necesario o cortar el paso del agua cuando se requiera.

- Velocidad de filtración: en piscinas públicas no se recomienda velocidades superiores a $40\text{m}^3/\text{m}^2$, estando la velocidad óptima entre 20 y $30\text{m}^3/\text{h m}^2$, ya que en velocidades superiores el agua pasa muy rápido y el filtro no tienen el tiempo suficiente para eliminar las partículas, llegando el agua con impurezas nuevamente a la piscina pudiendo generar taponamiento de las boquillas de impulsión de agua filtrada.

Para tomar el agua a filtrar se debe tomar del fondo y del rebosadero, con una aspiración del fondo del 30% del volumen aspirado y del 70% del rebosadero.

1.2.3. Piscinas de uso privado

- Velocidad de filtración: Se puede tomar un máximo de $50\text{m}^3/\text{h m}^2$, si es menor la piscina estará más limpia.
- Skimmer: Se ubican los necesarios de acuerdo a la cantidad de agua recircular por hora, el viento dominante y las boquillas de impulsión frente al skimmer. El nivel de agua del vaso de la piscina, nunca debe sobrepasar la mitad del skimmer hacia arriba. Cada uno absorbe 5000 l/h separados 60cm del rincón formado por los dos muros. La boca de absorción de agua filtrada se coloca en este tipo de piscinas.
- Impulsiones: Son normalmente de plástico, se ubican en el muro corto de la piscina frente a los skimmer, impulsando el agua depurada a favor del viento dominante, se ubicarán 20cm bajo el nivel del agua.
- Toma de barrera: Para limpieza manual, se deben colocar 15cm por debajo del nivel del agua.
- Capacidad de la bomba: Debe corresponder al del filtro, diferente a las piscinas públicas en donde el filtro corresponde a la capacidad de la bomba.
- Purificación: En las piscinas privadas el desinfectante utilizado es el cloro, el método de utilización requiere de un recipiente plástico o en poliéster y fibra de vidrio donde se dosifica el cloro y al cual va a llegar el agua desde una toma colocada en la tubería de impulsión del equipo de bombeo. En el momento en que llega, ésta derrite el cloro y por medio de la impulsión es inyectado a la piscina, poco antes de salir la impulsión de la sala de filtros hacia la piscina.

Para identificar el nivel de cloro libre se toma una muestra y por medio de un analizador se establece, debe hallarse entre 0,5 y 2 ppm (0,5-2gr/m).

1.2.4. Desagüe de la piscina

Es un sistema que parte de la rejilla del sumidero del fondo de la piscina hasta una arqueta que comunica con la red de evacuación, el sistema se puede realizar por gravedad y por medio de una válvula de desagüe se podrá vaciar la piscina. Cuando la red de evacuación quede más alta que el fondo de la piscina, el vaciado se realizará a través del sistema del filtrado utilizando la bomba propia de depuradora que, a través de la válvula múltiple de control, dando paso a la arqueta de desagüe, teniendo en cuenta la norma.

1.2.5. Tratamiento del agua de piscinas

Independiente del tamaño y uso que se le dé a la piscina, esta debe contar con un sistema de tratamiento de agua, que permita controlar sus condiciones físico-químicas y bacteriológicas. Los métodos de depuración pueden ser: físicos, químicos, físico-químicos y de control de pH.

Métodos físicos

Dentro de este tipo de métodos se encuentran los skimmer y los rebosaderos.

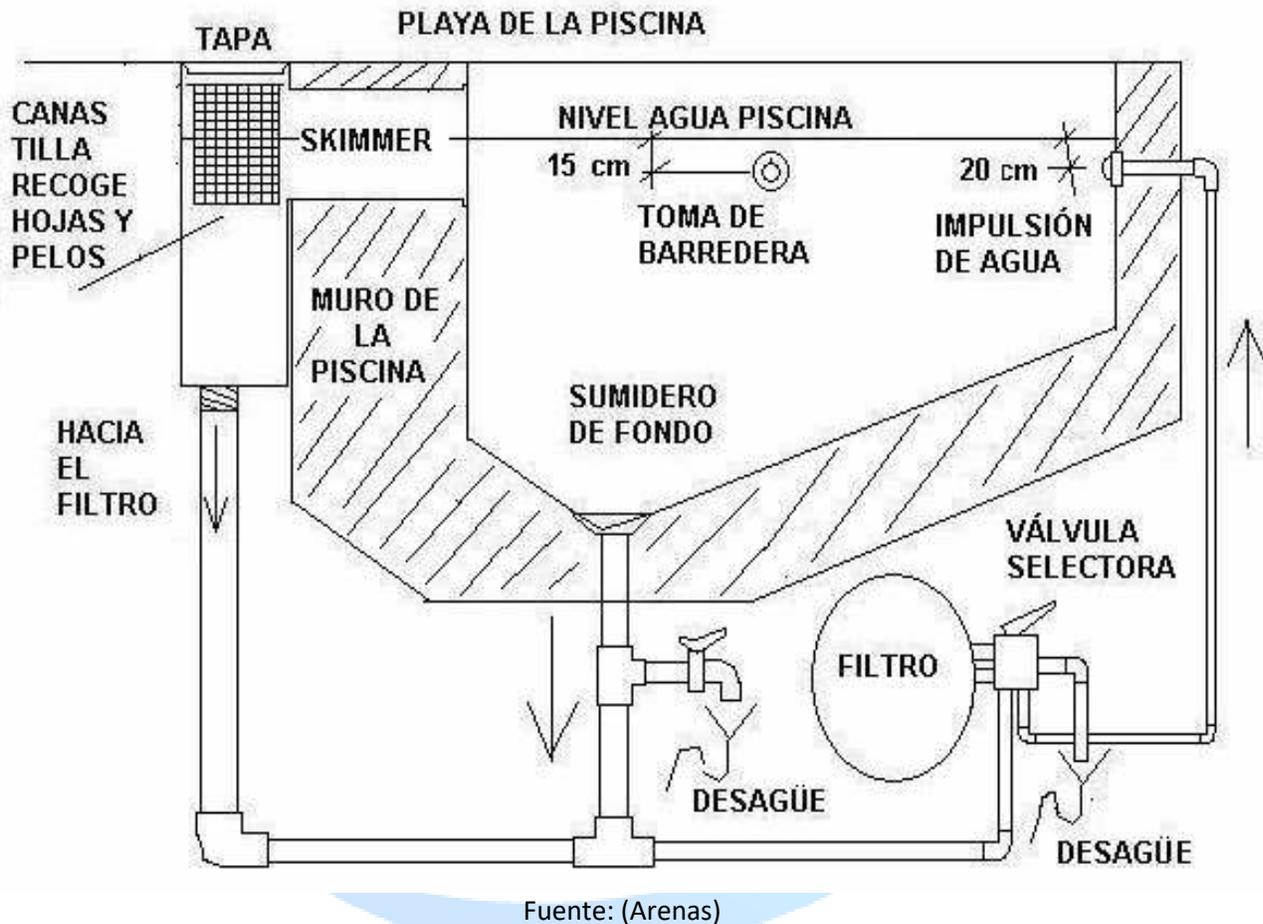
- **Skimmers:** Los skimmers cuentan con una compuerta en su boca frontal, trabajando por aspiración por grupo o grupos de bombeo como se muestra en la ilustración 7, en donde se presentan los skimmers, los niveles de agua de la piscina, además de las canastillas recoge hojas y cabellos como se establece en el artículo 34 de la resolución 2191 de 1991.

Los impulsores deben ir instalados del lado opuesto del sumidero y de los skimmers, de tal manera que se garantice una renovación total del agua.

La instalación debe contar con los skimmers- toma de desagüe- fondo y toma de barredera, el equipo de bombeo, la válvula selectora, los impulsores y el filtro (arenas)

En cuanto al sistema de bombeo, de acuerdo al tamaño de la piscina, se pueden utilizar un sistema doble de bombas alternas si la piscina es muy grande. Las bombas pueden ser de centrífuga o autosaspirantes, teniendo siempre un prefiltro de tal manera que se eviten el paso de elementos que la puedan averiar.

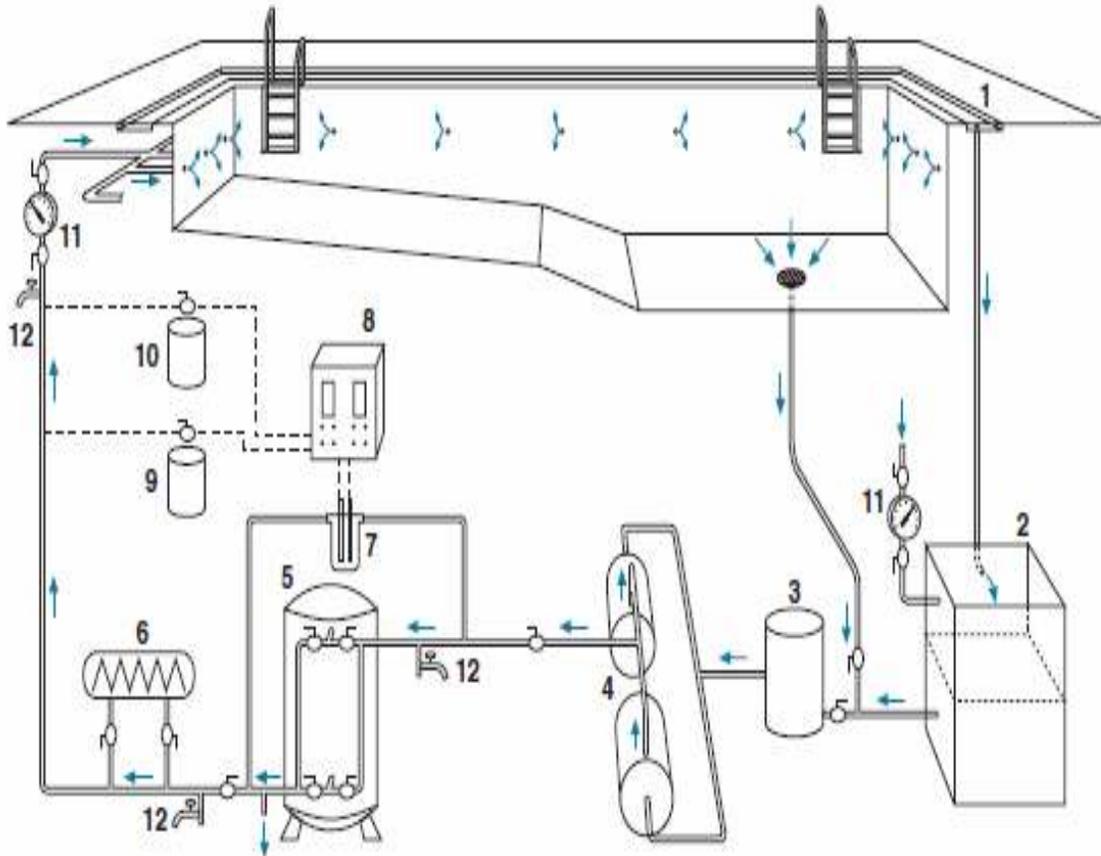
Ilustración 7: Ubicación de los diferentes elementos en una piscina con skimmers



- **Filtración con rebosadero:** Consisten en sustituir los skimmers por un canal perimetral que recoge el agua que desborda la piscina, el cual debe estar acompañado por el vaso de compensación.

En la ilustración 8 se pueden observar cada una de las partes que conforman el sistema, partiendo por el rebosadero, el vaso de compensación, el prefiltro, fundamental para evitar que elementos de gran tamaño pasen al sistema de filtrado y lo obstruyan, las bombas que se van a encargar de atraer el agua hasta el sistema de filtrado. En la imagen se puede identificar los sistemas de adición de ph y cloro por medio de los cuales se puede realizar el tratamiento químico del agua y garantizar su calidad.

Ilustración 8: piscina con rebosadero.



1. Rebosadero. 2. Depósito de compensación. 3. Prefiltro. 4. Bombas. 5. Filtro multicapa. 6. Intercambiador de calor. 7. Sondas de pH y cloro. 8. Regulador. 9. Dosificación de hipoclorito sódico. 10. Dosificación de ácido clorídrico. 11. Contador. 12. Toma de muestras.

Fuente: (Arenas)

El material filtrante que se utilice debe cumplir con ciertos parámetros fundamentales para un buen proceso de limpieza del agua. La función principal es retener los sólidos del agua, dentro de los sistemas de filtrado más utilizados se encuentra la sílice, sin embargo se está implementando también el AFM (active filter media)

- a) Arena de sílice: Es un compuesto resultante de la combinación de sílice con oxígeno, su fórmula química es SiO_2 , presenta una granulometría de 0,3 a 0,8 mm. (ver ilustración 9).

- b) *Capa filtrante única y heterogénea*: es un sistema de filtración poco efectivo, ya que por sus tener granos más gruesos en la capa baja, los residuos quedan atascados, produciendo un bloqueo en el sistema.
- c) *Capa filtrante única y homogénea*: el material filtrante debe tener un diametro constante y efectivo en toda la altura del lecho, presentan gran utilidad por lo sencillo del sistema y la eficacia del mismos. es importante tener en cuenta que el sistema de la arena debe ser uniforme.

Ilustración 9: Arena de sílice.



Fuente: (<http://www.chipaxa.com>, 2014)

- d) *Filtración a través del lecho multicapa*: Es un sistema en donde se ubican varias capas de granulometría decreciente, normalmente se usan dos capas en donde la capa superior es de material de más ligero (antracita, esquisto poroso, entre otros), el diametro debe ser 2 o 3 veces mayor al de la capa inferior, la profundidad o altura mínima de la arena debe ser de 40-50 cm, por otro lado se debe tener un espacio vacío por encima del lecho filtrante que sea suficiente para permitir la expansión de la arena del 15 al 25% en el lavado en la ilustración 10 se presenta en la derecha el filtro de arena con capa filtrante única y a la izquierda con el lecho multicapas.
- e) *Zeolita*: Es un gran conjunto de minerales que comprenden silicatos aluminicos hidratados de metales alcalinos y alcalinotérreos, presenta una superficie mas rugosa que la arena.

Teniendo en cuenta que sus poros son altamente cristalinos, es considerado un tamiz molecular, ya que sus cavidades son de dimensiones moleculares, de tal forma que al pasar el agua dura las moléculas más grandes se quedan y las más pequeñas siguen su curso, generando así un líquido más blando, limpio y cristalino, sin embargo al ser un proceso tan micro, es importante que el agua no contenga altas cantidades de sólidos, ya que estos bloquearían el sistema lo haría inviable.

Ilustración 10: Filtros de arena.



Fuente: (Arenas)

- f) AFM (Active Filtre Media): Es un producto de cristal reciclado y procesado para sustituir la arena o la zeolita en filtros de gravedad o de presión, en donde las bacterias se colonizan rápidamente en la arena silicica y la en la zeolita, aunque en las piscinas las concentraciones orgánicas son más bajas debido al cloro libre que dificulta la vida de las bacterias, sin embargo éstas logran penetrar logrando un ecosistema de “biofilm” evitando a su vez la penetración del cloro.

Como se muestra en la ilustración 11, el sistema de AFM, permite reducir el consumo de cloro dentro del sistema debido al material que lo constituye, además de ser en el largo plazo un sistema de ahorro en costos de mantenimiento generado en otros sistemas de filtrado.

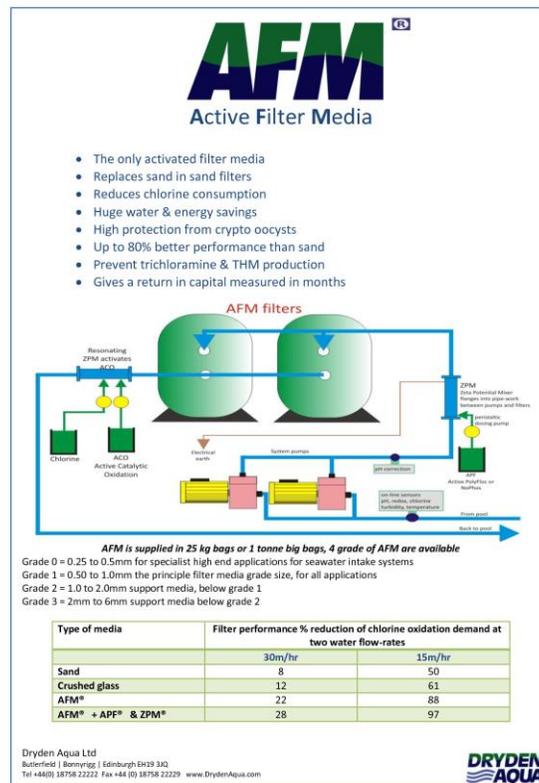
El sistema AFM, cuenta con una microestructura muy lisa, además de llevar una carga negativa en la superficie, lo que le permite atraer pequeñas partículas del agua, además de poseer un sistema único de autoesterilización, contiene óxido ferrico y dióxido de cromo que es agrupado en el enrejado de aluminio –silicato de los granulos de AFM oxidando moléculas orgánicas y bacterias. Además se ha podido evidenciar que al no generarse adición de bacterias el proceso de limpieza es más efectivo y rápido que en otros sistemas.

Un sistema de limpieza para las piscinas que también es usado, además del sistema de skimmers y de rebosaderos, es el sistema de limpieza integrado, el cual es un método de limpieza eficaz, compuesto por unas electroválvulas que se encargan de recibir el agua que procede de una aspiración independiente del sistema de filtración para luego distribuirla a una serie de boquillas ubicadas en el fondo de la piscina por medio de un cuadro de control, en la ilustración 12 se presentan las diferentes partes del sistema, en el numeral cuatro se muestran las electroválvulas

las cuales distribuyen de forma secuencial el flujo del agua por sus salidas para que ésta llegue a las boquillas que limpian la piscina.

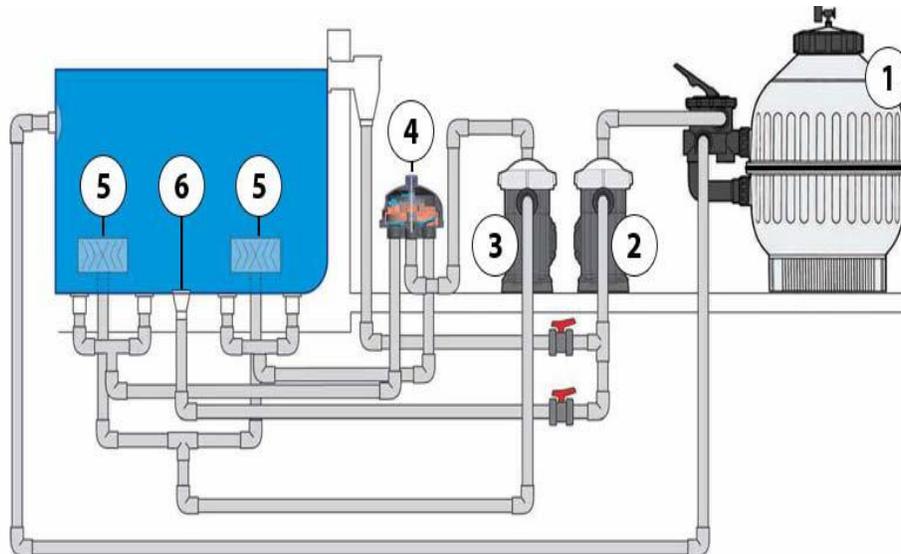
La activación del sistema es de forma esporádica, durante la cuál las electroválvulas se abren de forma intermitente para permitir que las boquillas realicen sus giros necesarios para barrer el fondo, generando un sistema de limpieza más eficaz. Las boquillas se mantienen en posición de reposo hasta que las electroválvulas se abren y llega el agua a presión haciendo subir el pulverizador de la boquilla original del jet de agua con dirección al suelo de la piscina, en el momento en que la presión disminuye, el pulverizador desciende realizando un giro de 90°, volviendo a la posición de reposo hasta el momento en que las electroválvulas se abran nuevamente. (Arenas).

Ilustración 11: Sistema de filtrado AFM.



Fuente. (<http://www.docstoc.com>, 2014).

Ilustración 12. Sistema de filtración integrada con un sistema de filtrado con skimmers



- ① Filtro
- ② Bomba sistema de filtración
- ③ Bomba sistema de limpieza
- ④ Electroválvula
- ⑤ Chorros de limpieza integrada
- ⑥ Desagüe de fondo

Fuente: (Arenas)

El proceso de filtrado varia de acuerdo al método de filtrado a utilizar:

- a) *Con skimmers*: las boquillas ubicadas a unas distancias acordes, trabajan limpiando el fondo de la piscina, de tal manera que las partículas en suspensión sean recogidas por el sumidero y por los impulsores las conduce hasta los skimmers, cuando la bomba entra en funcionamiento llevará el agua hasta el filtro y al estar depurada retornará a la piscina sin impurezas.
- b) *Con rebosadero*: se ubican las boquillas, situadas en el fondo del vaso y colocadas a distancias establecidas, limpiando el fondo, y por medio de los impulsores, los cuales se ubican también en el fondo, permiten elevar toda la suciedad que hay en el fondo hasta la superficie, donde serán conducidas hasta el rebosadero a lo largo de todo el perímetro de la piscina. En el momento en que la bomba entra en funcionamiento, llevará el agua hasta el filtro y una vez depurada, retornará a la piscina limpia y sin impurezas.

Métodos Químicos

Los procesos de filtración y recirculación del agua son fundamentales para un buen tratamiento de la misma, sin embargo, estos procesos por si mismos no son suficientes para un correcto tratamiento del agua del vaso en condiciones óptimas de uso.

En el agua se encuentran diferentes organismos como virus, bacterias, y hongos, los cuales se eliminan por medio de un proceso de desinfección, mientras que, en los procesos de proliferación de algas, estas solo son controladas por medio de alguicidas, mientras que las partículas en suspensión se eliminan por medio de procesos de floculación.

Un aspecto importante durante el tratamiento y calidad del agua es el pH, ya que de este depende la eficacia de los demás tratamientos a realizar, dentro de las sustancias químicas que se utilizan se encuentran:

- a) Cloro: es el desinfectante más usado para el tratamiento de aguas residuales, ya que destruye los organismos al ser inactivados mediante la oxidación del material celular. El cloro se puede suministrar de diversa manera, ya sea como gas en soluciones u otros compuestos clorinados de forma sólida o líquida.

Existen diferentes alternativas de desinfección, como la ozonización y la desinfección por medio de rayos ultravioleta (UV), para identificar el tratamiento adecuado se deben tener en cuenta:

- ✓ La facilidad y seguridad en el manejo, el transporte y almacenamiento.
- ✓ La ausencia de residuos tóxicos y de compuestos mutagénicos o carcinógenos.
- ✓ Costos razonables de inversión de capital, de operación y mantenimiento (EPA, 1999).

En el caso del agua de piscina lo más fácil, eficaz y económico son las pastillas de cloro, las cuales además de clorar de manera progresiva ayudan al mantenimiento de la piscina. La aplicación se determina de acuerdo al tipo de agua que corresponda, cuando el agua es relativamente clara y su pH está cerca de la neutralidad, con pocas bacterias y sin fuertes contaminantes se requiere de un uso de 5 a 10 minutos de contacto con dosis menores a 1mg/l de cloro de tal forma que la cantidad de residuo sea mínima entre 0,4 y 1.5 mg/l o ppm.⁴ Asegurando así un agua exenta de agentes patógenos (Arenas).

- Hipoclorito de sodio: es un compuesto clorado que se utiliza ya sea en forma sólida o líquida para los procesos de desinfección, su fórmula química es NaClO, se utiliza con frecuencia como desinfectante y como agente blanqueador. El proceso de obtención es por medio del cloruro a través de un proceso electroquímico. El sistema de administración es por medio de una bomba de dosificación.

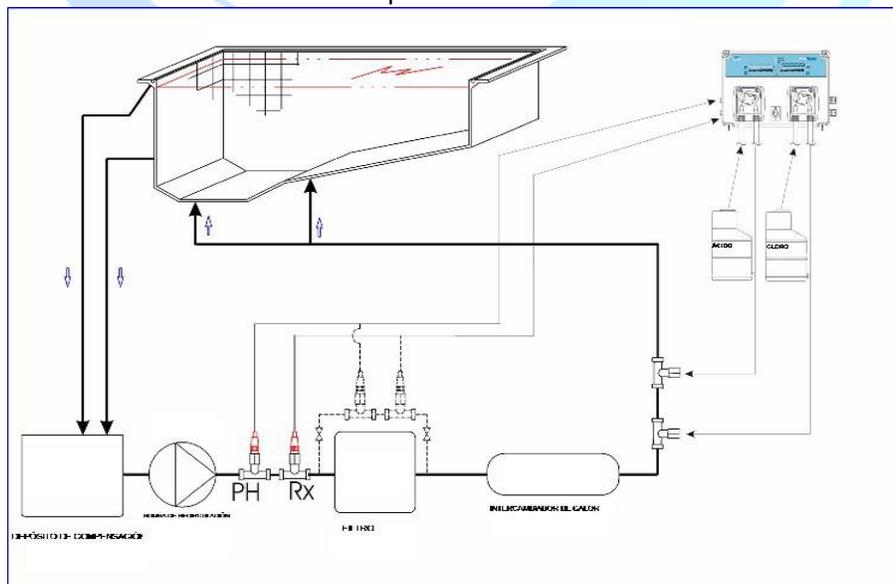
Al utilizar esta sustancia se presenta una modificación del pH del agua, lo que hace necesario llevar un control del mismo. Es un gran desinfectante, letal para varios microorganismos, virus y bacterias

⁴ Partes por millón.

vegetativas., además de presentar un carácter residual, sin embargo, presenta altos costos en el mercado, en la figura 13, se presenta un sistema de filtración con rebosadero y la forma como se da el tratamiento teniendo en cuenta los niveles de pH de agua.

- Dióxido de cloro: es una sustancia que presenta cualidades oxidantes selectivas, lo que permite además de la desinfección se requiere de mejorar la calidad organoléptica del agua. Tiene un gran efecto en el olor y sabor del agua, no obstante, debido a su alto costo sensibilidad en la producción no es de fácil acceso.
- Peróxido de hidrogeno: es un desinfectante líquido, ecológico que no tiene cloro, bromo u otras sustancias tóxicas, se caracteriza por su eficiencia y bajo consumo durante los procesos de desinfección y tratamiento de agua de piscina, Es muy efectivo, ya que le agua se mantiene desinfectada incluso en los días de más calor o cuando la piscina no es usada de manera frecuente, debido a que tarda más en consumirse.
- Peróxido de hidrogeno: requiere de una manipulación especializada, ya que es peligroso, lo que implica un aumento en los costos de manipulación y aplicación, respecto al cloro.

Ilustración 13: piscina con sistema de filtración con rebosadero y tratamiento automatizado por medio de hipoclorito sódico.



Fuente: (Arenas)

- Bromo: cuenta con un nivel de eficacia similar al del cloro, no obstante, el bromo es más activo cuando el pH es elevado. No provoca olores ni irrita los ojos, la piel, el cabello o ropa, además cuenta con mayor capacidad para eliminar algas y se puede mezclar con el cloro para mejorar su acción. Es

comercializado en tabletas y se puede usar por medio de dosificadores automáticos, pero a diferencia del cloro presenta un alto costo.

Es importante tener en cuenta que el método que se seleccione no solo va tener repercusiones sobre el vaso de la piscina, sino sobre la tubería, el equipo de filtración y el medio ambiente, ya que el suministro de las señaladas sustancias afectan el cuerpo de agua al cual se van a depositar posterior al cambio de agua, además de los gases que se emiten por la reacción de las diferentes sustancias con los rayos ultravioleta, por lo cual se debe realizar un proceso minucioso y consiente al momento de elegir el mejor método químico de desinfección del agua de la piscina.

Métodos Físico-químicos

Son métodos que mediante un proceso físico transforman una sustancia no apta para la desinfección de la piscina en otras que sí o son. Los procesos se deben realizar “in-situ” de acuerdo a las características y volumen del agua a tratar. Dentro de estos métodos tenemos:

- Cloración salina: es un proceso de electrolisis⁵, en donde se convierte la sal (cloruro de sodio) previamente añadida al agua de la piscina en un desinfectante activo (hipoclorito de sodio). El proceso genera una fuente de cloro debido a la presencia de sal en el agua y actúa como un potente desinfectante eliminando sustancias nocivas en el agua. Para poner en funcionamiento el proceso se debe realizar teniendo en cuenta las características de cada piscina de la siguiente forma: se deben añadir de 4 a 5 kilos de sal pura, por cada 1000l de agua y conectar el clorador a la depuradora. Es importante que el clorador debe estar después del filtro en serie con el sistema de depuración (<http://www.leroyermerlin.com>, 2014) (ver <https://www.youtube.com/watch?v=9rr3i8GZOAg>)
- Ionización⁶ cobre/plata: es un método muy efectivo en las técnicas de eliminación de microorganismos, que suelen ser resistentes a otro tipo de procesos, no afecta a seres humanos ni animales. Se realiza por medio de un equipo de ionización cobre/plata en la red de circulación del agua con sistema de calefacción o sin sistema de calefacción, genera efectos anti incrustantes, alguicidas, bacteriostáticos y estabilizadores de pH. Sin embargo, es necesaria la utilización de otros productos químicos de manera eventual en un 10% más del habitual.

Este tratamiento genera una modificación en las propiedades de las sales presentes en el agua estabilizando los niveles de pH, evitando así la corrosión e incrustación de los circuitos, bombas, filtros y calderas, generando un espacio no apto para la formación de algas y hongos. (Arenas).

En la ilustración 14 se observar el sistema de instalación del ionizador cobre/plata, el cual funciona a 12 voltios, lo que lo hace seguro para los usuarios de la piscina, se instalan en los sistemas de bombeo o filtrado.

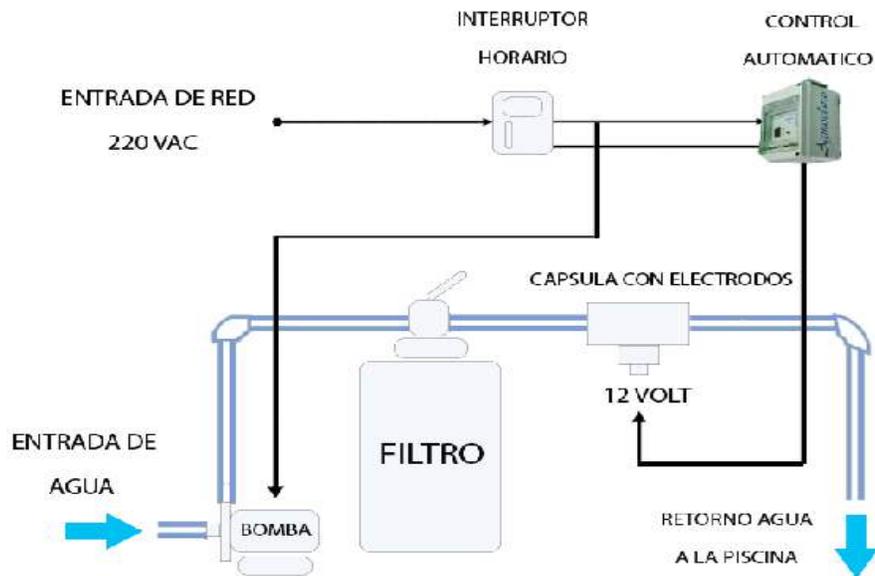
⁵ Descomposición de una sustancia a través de una corriente eléctrica.

⁶ Es un proceso químico que causa que un elemento gane o pierda electrones,

- Tratamiento por luz ultravioleta: es un tratamiento que consigue una doble desinfección del agua mediante la reducción de las cloraminas y la neutralización de las bacterias, virus y otros microorganismos que se encuentran en el agua frenando su proliferación, obteniendo una alta calidad del agua, sin malos olores, problemas de irritación en los ojos y disminuyendo los gastos en productos químicos, mano de obra, sin embargo el sistema por sí solo no es eficiente, es necesario apoyarlo con otros métodos de tratamiento.

El sistema de tratamiento con UV, generan una inactivación de los microorganismos por medio de la luz originando una reacción fotoquímica que altera los compuestos moleculares esenciales de la función celular, ya que inactiva el ADN (ácido desoxirribonucleico) de los microorganismos por las radiaciones que emite. Si en su momento es importante tener en cuenta que este sistema solo funciona en aguas claras y no contaminadas, ya que el poder de penetración de las ondas es muy corto (ver ilustración 14).

Ilustración 14: sistema de instalación del método cobre/plata.



Fuente: (<http://200.85.152.107>, 2014)

- Tratamiento con ozono (O₃): Es un agente desinfectante muy efectivo para la limpieza de las piscinas, reemplazando el uso del cloro y el bromo. El uso de ozono previene la formación de subproductos como cloraminas y trihalometanos, ya que el ozono rompe de manera constante los bio-productos, reduciendo así la irritación de los ojos.

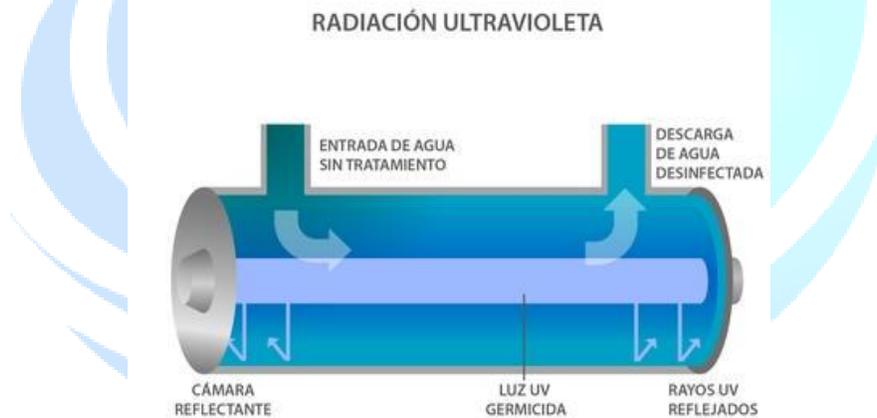
El ozono cuenta con la capacidad de desinfectar el agua de manera más rápida que el cloro, además de ser un producto natural que posterior al ser utilizado desaparece de la piscina, debido a que pasa

a forma oxígeno y no deja rastro en el agua, lo que requiere de una pequeña cantidad de cloro, la cual no es superior al 10% de la cantidad que se utilizaría de ser el único tratamiento.

El ozono se produce por medio de las lámparas de ozono, por un proceso denominado “descarga corona”, el cual necesita de oxígeno que extrae del aire o de bombas de oxígeno y de electricidad, lo que permite la fabricación de ozono sin partes mecánicas, ya que la inyección se realiza por efecto venturi⁷. El sistema de tratamiento con ozono es un sistema fiable y solo requerirá el cambio de lámparas cada cuatro años (<http://www.instalaciondepiscinas.info>, 2014) (ver ilustración 15).

Uno de sus principales beneficios es la eliminación del olor habitual de las piscinas, previene los ojos rojos, por otro lado presenta uno de los costos más elevados en instalación, ya que la maquinaria que requiere es muy grande y requiere de un gran espacio.

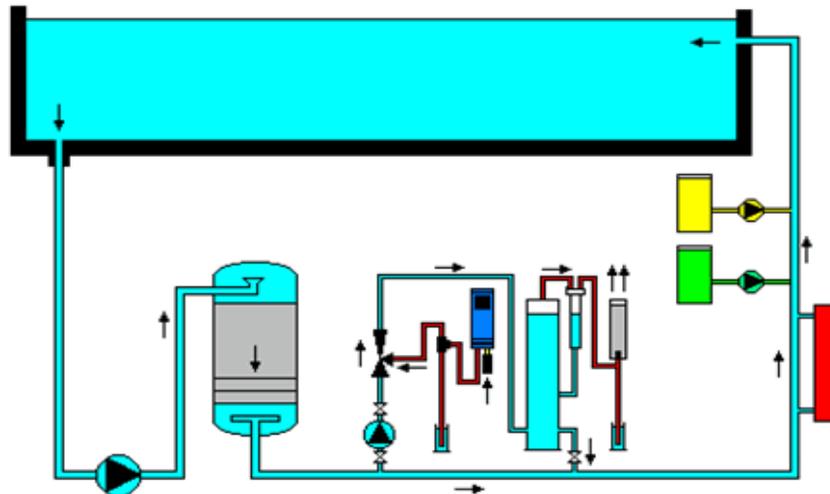
Ilustración 15: sistema de tratamiento físico-químico por rayos UV.



Fuente: (<http://www.elaguapotable.com>, 2014)

Ilustración 16: sistema de tratamiento físico-químico por ozono (O₃)

⁷ Es la disminución de la presión que ejerce un líquido al pasar por una sección más angosta en una tubería.



Fuente: (<http://www.instalaciondepiscinas.info>, 2014)

1.3. Control del PH

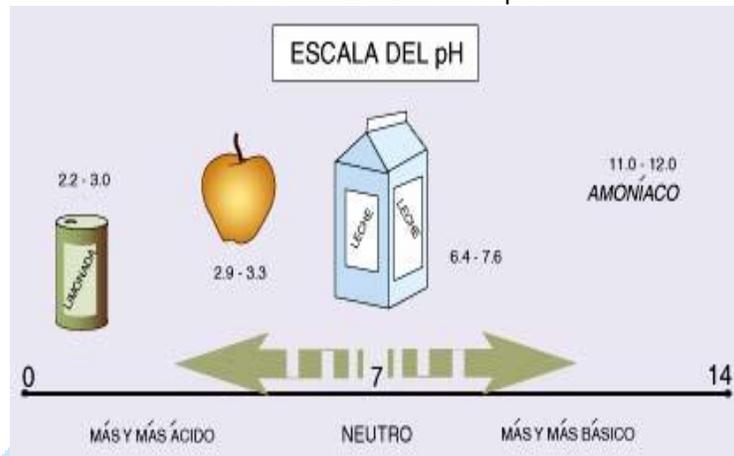
Ácido y básico son los extremos que describen las sustancias químicas, así como caliente y frío son los dos extremos que describen la temperatura. La mezcla de ácidos y bases puede cancelar sus respectivos efectos extremos al igual que al mezclar agua fría con agua caliente se logra un equilibrio de la temperatura. Por lo tanto, una sustancia que no es básica ni ácida es neutra.

La escala de pH permite determinar qué tan ácida o básica es una sustancia, varía de 0-14. Cuando se habla de un pH neutro es cuando éste es igual a 7, si este es inferior a 7 es ácido y si es superior es básico, cada valor entero de pH que de por debajo de 7 es diez veces más ácido que el valor siguiente más alto, es decir un pH de 4 es diez veces más ácido que un pH de 5 y 100 veces (10 veces 10) más ácido que un pH de 6. Esto sucede de la misma manera con los pH por encima de 7 cada uno de los cuales es más alcalino que el siguiente valor entero más bajo, por ejemplo, un pH de 10 es diez veces más básico que un pH de 9.

El agua cuando es pura, tiene un pH de 7, cuando se mezcla con diferentes sustancias químicas éstas la pueden hacer básica o ácida de acuerdo al producto. Las sustancias químicas que son muy ácidas o básicas se conocen como “reactivas”, pueden causar quemaduras graves en la persona que las manipula, por ejemplo, el ácido de las baterías de carro, así como los limpiadores de las cañerías, que contienen lejía una sustancia química sumamente alcalina (<http://www.epa.gov>, 2014).

En la ilustración 17 se presentan algunos ejemplos de productos y su respectivo pH.

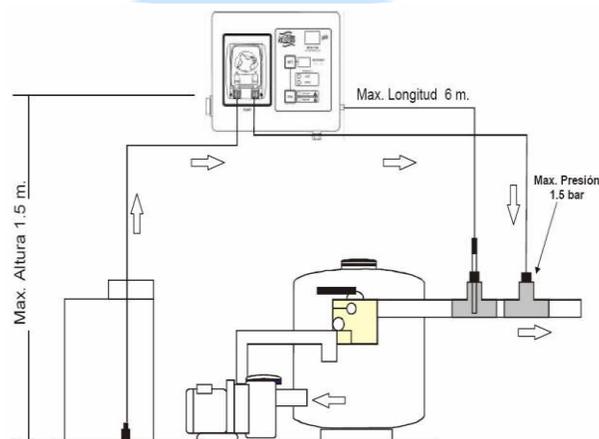
Ilustración 17: Escala de pH.

Fuente: (<http://www.epa.gov>, 2014).

El pH óptimo de una piscina se debe ubicar en el rango de 7.2- 7.8, en el que el cloro es el que presenta mayor efectividad. Un agua ácida puede producir corrosión en los accesorios de la piscina, mientras que un pH demasiado alcalino puede favorecer la formación de incrustaciones calcáreas, así como una pérdida en la efectividad del cloro.

El proceso de cloración tiene la tendencia de modificar el pH del agua por lo que es necesario realizar un control sobre éste. En la ilustración 18 se presenta un sistema de control de pH integrado con un sistema de cloración salina.

Ilustración 18: Sistema de control de pH con un método de cloración salina.

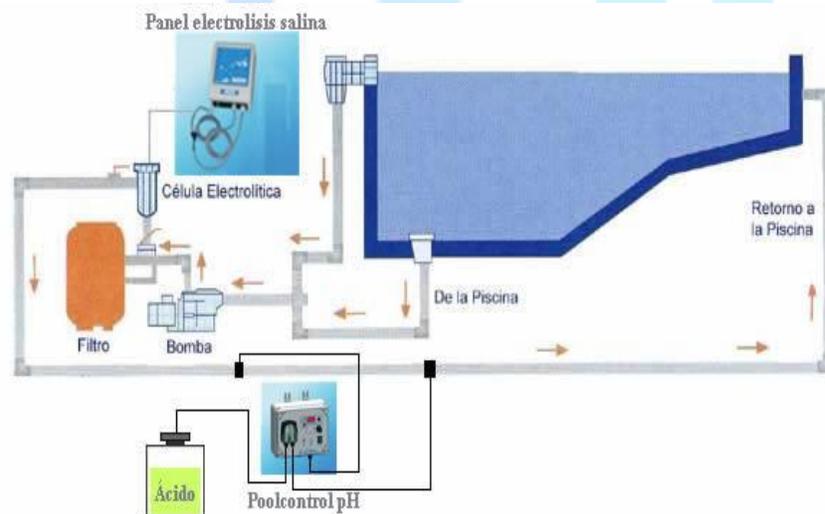


Fuente: (Arenas)

En la actualidad identificar el nivel de pH del agua es muy sencillo, ya que se realiza por medio de un electrodo que se introduce en el agua y se visualiza la medida de manera directa en un regulador, sin embargo, este debe estar bien calibrado para que de una medición correcta.

Sin embargo, existen sistemas de control automáticos que garantizan un sistema de medición constante y que se pueden instalar dentro del grupo de bombeo, evitando la manipulación de productos peligrosos, el error en las mediciones y un control discontinuo generando problemas en todo el sistema.

Ilustración 19: Sistema automático de control de pH.



Fuente: (Arenas)

1.4. Accesorios

En las piscinas existen una serie de elementos que son necesarios para el uso de la piscina como lo son: las duchas, los lava pies, los recoge hojas o los limpia-fondos, también existen algunos accesorios que no son necesarios, pero que proporcionan mejoras a las instalaciones donde se encuentra la piscina.

Estos accesorios pueden ser parte de la instalación hidráulica, eléctrica, de accesibilidad o de limpieza y mantenimiento.

1.4.1 De accesibilidad:

- Escaleras metálicas
- Rampas y escaleras de obra
- Barandillas metálicas.

1.4.2 De la instalación hidráulica:

Con el fin de asegurar las condiciones higiénico-sanitarias de la piscina es obligatorio el uso de duchas antes de introducirse a la piscina y en el caso de césped o tierra se puede implementar un sistema lava pies. Estos elementos deben contar con un sistema de abastecimiento de la red general de agua y no de la piscina y de la misma manera los desagües deben llegar a la red de alcantarillado y no al sistema de recirculación de la piscina.

Otros sistemas como los jets de masajes que, si pueden estar conectados con la red de la piscina y que son usados para mejorar los niveles de confort de los usuarios, creando un espacio de relajación con un coste no muy elevado. El sistema de jets de masaje debe ir independiente de los demás sistemas hidráulicos mediante el pulsador piezoeléctrico⁸ se abre la electroválvula de aspiración del fondo del vaso, que activa la bomba que suministra el agua para luego conducirla hasta la boquilla de impulsión, allí el agua se mezcla con el aire procedente del exterior y provoca un chorro de masaje agua-aire. El accionamiento puede ser manual o temporizado.

Ilustración 20: Pulsador piezoeléctrico.



Fuente: (<http://www.iris-spa.com>, 2014)

1.4.3 Accesorios eléctricos

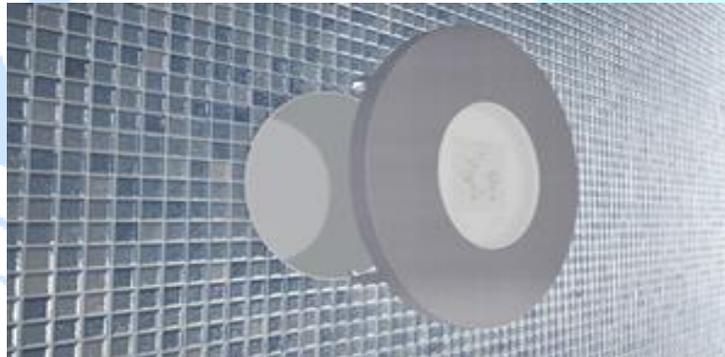
⁸ Son una gama de pulsadores de conmutación metálicos que no tienen partes móviles y están sellados resistentes al agua y a los combustibles, no necesitan fuente de alimentación ya que carecen de consumo eléctrico.

La piscina suele presentar sistemas de iluminación en el vaso, para poder hacer uso de ellas en horas de la noche, principalmente en las de uso doméstico o comunitario, para realizar la correcta instalación se debe tener en cuenta el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).

En el cual en la resolución 90708 de agosto 30 de 2013 en el diario oficial 48904 del 5-9-13 en los numerales 28.3.9 en instalaciones especiales. Además, en el artículo 34, se solicita demostrar que se cumple con los requisitos de cumplimiento RETIE.

La ubicación de los elementos se debe realizar en los nichos establecidos durante la construcción de la piscina en la fase de instalaciones previas. Una vez revestido el vaso se colocará el proyector (ver ilustración 21). La instalación debe hacerse sin perforación en las paredes para evitar las filtraciones que se puedan generar por los agujeros y evitar las fisuras en las mismas.

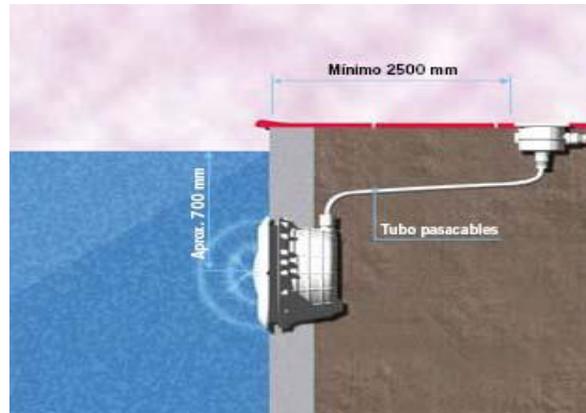
Ilustración 21: Proyector para piscina.



Fuente: (<http://www.piscinas-online.com>, 2014).

En la superficie de la playa exterior se debe instalar una caja de registro, para su posterior manipulación del cableado de la instalación (ver ilustración 22)

Ilustración 22: caja de registro del proyector.



Fuente: (Arenas)

1.4.4 Accesorios de limpieza y mantenimiento.

La superficie de la piscina suele contener toda la grasa acumulada proveniente del sudor de aceites solares, así como residuos orgánicos provenientes de los árboles o desplazados por el viento. Cuando la piscina cuenta con un sistema de desborde el problema disminuye, sin embargo, en el sistema con skimmer es necesario limarla o ubicar instrumentos que disminuyan su presencia.

Estos elementos se pueden limpiar por medio de:

- ✓ Recogedor de hojas
- ✓ Cobertor: permite disminuir la presencia de hojas y protege el vaso de la piscina.
- ✓

Para la limpieza del fondo de la piscina se requiere:

- ✓ Limpia fondos, estos pueden ser manuales o fijos (deben conectarse a la toma de la barrera).
- ✓ Limpia fondos automáticos: pueden actuar de forma independiente a la toma de la barredera o conectada a ella.
- ✓ Sistema de limpieza integrado.

1.5 Parámetros de calidad para aguas de piscina

De acuerdo con la resolución 1618 de 2010, capítulo II se describen las características físicas, químicas, microbiológicas del agua de estanques de piscinas y estructuras similares, cálculo de langelier y las frecuencias de control y vigilancia de la calidad del agua a nivel Nacional. A nivel de Bogotá, en el capítulo IV de la resolución 2191 de 1991, se establece los parámetros de calidad del agua para piscina.

Tabla 1. Características físicas del agua de estanques de piscinas y estructuras similares

Característica	Expresada como	Valor aceptable
Color (visual)	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Materias flotantes	Presentes o ausentes	Ausentes
Olor (olfativo)	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Transparencia (visual)	Fondo visible o no visible	Fondo visible
pH	Unidades de pH	7,0 – 8,0
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens por centímetro)	Hasta 2400
Potencial de oxidación – reducción	mV (milivoltios)	Mínimo 700
Turbidez	Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)	2

Fuente: Resolución 1618 de 2010

Tabla 2. Características químicas del agua de estanques de piscinas y estructuras similares

Características	Expresada como	Valor aceptable (mg/L)
Ácido Cianúrico	$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3$	< 100
Alcalinidad total	CaCO_3	Hasta 140
Aluminio	Al	< 0,2
Bromo libre	Br_2	Entre 1 - 2
Bromo total	Br_2	Entre 2 – 2,5
Amonio (Ión)	NH_4^+	< 1,5
Cloro residual libre	Cl_2	Entre 1 – 3
Cloro combinado	Cl_2	< 0,3
Cobre	Cu	< 1
Dureza total	CaCO_3	Hasta 400
Hierro total	Fe	< 0,3
Plata	Ag	< 0,1

Fuente: Resolución 1618 de 2010

Tabla 3. Características microbiológicas del agua para piscinas y estructuras similares.

Características	Expresada como	Valor aceptable
Heterótrofos (*) (conteo de heterótrofos en plata HPC).	UFC/1 cm ³	Menor que 200
Coliformes Termotolerantes	Microorganismos o UFC/100 cm ³	0
<i>Escherichia coli</i>	Microorganismos o UFC/100 cm ³	0
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Microorganismos o UFC/100 cm ³	0
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Ooquistes/1.000 cm ³	0
Giardia	Quistes/1.000 cm ³	0

Fuente: Resolución 1618 de 2010

Tabla 4. Normas de Calidad para aguas de piscina

Art.56	La turbiedad del agua de piscina de recirculación no sobrepasara a 10 U:N ⁹
Art 57	La concentración de cloruros como C1, no sobrepasaran los 300mgs/lit
Art.58	La alcalinidad del agua de piscina debe tener un rango entre 50 y 100mgs/lit. Como carbonato de calcio.
Art.59	El rango óptimo de pH estará entre 7 y 7,8 Unidades.
Art. 60.	El cloruro residual libre en el agua de la piscina deberá estar en el rango de 0,6mgs/lit a 1mg/lit.

Fuente: Resolución 2191 de 1991

1.6 Fuentes de abastecimiento de estanques de piscinas o estructuras similares

Los estanques para piscina o similares pueden obtener el recurso de fuentes:

- a. *Agua para consumo humano*: cumpliendo con las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas en la Resolución 2115 de 2007 o la norma que la sustituya o modifique.
- b. *Agua dulce o natural*: la cual debe cumplir con los parámetros expresados anteriormente en el decreto 1618 de 2010.

⁹ La medición de la turbiedad se realiza por medio de un nefelómetro o un turbidímetro. Las unidades por lo general utilizadas son las Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT).

Independiente a la fuente de abastecimiento con que se cuente, se debe realizar un proceso de tratamiento, que garantice el cumplimiento de las normas establecidas, para la velar por el bienestar de los bañistas.

Las muestras de agua para análisis se deben tomar de cada estanque de ser posible en las horas de mayor ocupación a una profundidad de 25 a 30 cm, en un área cercana a los puntos de succión o la boca del desarenador.

Los productos químicos a utilizar para los procesos de desinfección de agua, se encuentran catalogados como para uso doméstico, por lo cual deben estar avalados por el Instituto nacional de Vigilancia de medicamentos y Alimentos – INVIMA.

De acuerdo a la Resolución 1509 de 2011, establece que los productos químicos utilizados en el tratamiento de agua contenida en estanque o similares, son considerados como de riesgo sanitario, por lo cual requiere de concepto toxicológico expedido por el ministerio de protección social, de acuerdo con los lineamientos técnicos que sean definidos.

1.7 Índice de saturación o de Langelier (ISL)

También es conocido como índice Cosmetológico, permite conocer el balance químico del agua del estanque de la piscina, cuyos valores aceptables deben estar entre -0,5 y +0,5.

Para la obtención de mismo se debe realizar el siguiente procedimiento:

- a) Medir las características de temperatura, alcalinidad total, pH y dureza total del agua contenida en la piscina o estructura similar. Dichas pruebas deben ser *in situ*.
- b) Comparar los resultados de los análisis obtenidos con los datos presentes en la tabla 7 y usar el correspondiente coeficiente encontrado y aplicar la fórmula:

$$ILS = pH + CT + CD + CA - 12,1$$

En donde:

ISL: Índice de saturación de Langelier o cosmetológico.

pH: valor de pH del agua

CT: Coeficiente de Temperatura del agua °C.

CD: coeficiente de dureza total.

CA: Coeficiente de alcalinidad total

12,1: Constante correctora aplicable a piscinas y estructuras similares.

Tabla 5. Índice de saturación de Langelier o Cosmetológico

Temperatura (°C)	Coefficiente de temperatura (CT)	Dureza total (mg/L)	Coefficiente de Dureza (CD)	Alcalinidad total	Coefficiente de alcalinidad
5	0,130	5	0,305	10	1,006
10	0,257	10	0,606	20	1,307
15	0,376	15	0,782	30	1,484
17	0,422	25	1,004	35	1,551
19	0,466	50	1,306	40	1,609
20	0,487	75	1,482	45	1,660
21	0,509	100	1,607	50	1,706
22	0,529	125	1,704	55	1,747
23	0,550	150	1,784	60	1,785
24	0,570	175	1,851	65	1,820
25	0,590	200	1,909	70	1,852
26	0,610	225	1,960	75	1,882
27	0,629	250	2,006	80	1,910
28	0,648	275	2,047	85	1,937
29	0,667	300	2,085	90	1,961
30	0,685	350	2,152	95	1,985
31	0,703	400	2,210	100	2,007
32	0,721	450	2,261	105	2,028
33	0,738	500	2,307	110	2,049
34	0,755	550	2,348	120	2,087
35	0,772	600	2,386	130	2,121
36	0,789	650	2,421	140	2,154
37	0,805	700	2,453	150	2,184
38	0,820	800	2,511	200	2,309
39	0,836	900	2,563	250	2,406
40	0,851	1000	2,608	300	2,485

Fuente: Resolución 1618 de 2010

- c) Comparar los resultados obtenidos del índice de saturación o de Langelier –ISL con los siguientes criterios, que permiten determinar el balance químico del agua

ISL= 0: Agua totalmente balanceada

ISL< 0: Agua con tendencias corrosivas

ISL> 0: Agua con tendencias incrustantes

El índice de Langelier se debe realizar por los responsables de las piscinas de uso colectivo, estos deben de realizarse una vez por semana y registrar en el libro de registro o control, el cual debe estar disponible para la autoridad sanitaria en el momento de la inspección.

Las técnicas para realizar el análisis microbiológico de agua y estanques y estructuras similares de acuerdo a como se establece en la Resolución 2115 de 2007 o la que sustituye o modifique.

De acuerdo al factor a controlar se debe cumplir con una frecuencia de vigilancia y control de la calidad del agua para piscinas en las tablas 9,10 y 11 se establecen las frecuencias de control a realizar por las personas o entidades responsables.

Tabla 6. Frecuencia de control de la calidad física del agua de estanques y estructuras similares

Características	Frecuencia mínima	
	Rutinaria In Situ	Ocasionales
Color visual	Una vez al día	
Materiales Flotantes (visual)		
Olor (Olfativo)		
Transparencia (visual)		
Potencia de Oxidación - Reducción		
Turbidez		
pH	Una vez a la semana	
Temperatura		
Conductividad		1 muestra al mes

Fuente resolución 1618 de 2010.

Tabla 7. Frecuencia del control de la calidad química de estanques de piscina y estructuras similares

Características químicas	Frecuencia mínima	
	Rutinaria In situ	Ocasionales
Bromo libre	Una muestra al día	
Bromo total		
Cloro residual libre		
Cloro combinado		
Alcalinidad total	Una muestra a la semana	

Dureza total		1 muestra al mes
Ácido Cianúrico		
Aluminio		
Amonio (Ión)		
Cobre		
Hierro total		
Plata		

Fuente: Resolución 1618 de 2010

Tabla 8. Control de la calidad microbiológica del agua para estanques de piscina y estructuras similares

Característica	Frecuencia mínima ocasional
Heterótrofos	Una muestra al mes
Coliformes Termotolerantes	
<i>Escherichia coli</i>	
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Una muestra al año.
<i>Giardia</i>	

Fuente Resolución 1618 de 2010

De acuerdo con la Resolución 1618 de 2010 en el Art. 14, la frecuencia de la calidad física, química y microbiológica del agua que debe realizar la autoridad sanitaria departamental, distrital y municipal de categoría especial 1, 2,3, a las piscinas y estructuras similares de uso colectivo será anual.

En el caso de las piscinas y estructuras similares de uso privado unihabitacional se realiza por parte de la autoridad sanitaria departamental, distrital y municipal se dará cuando haya un riesgo para la salud o cuando se requiera el concepto sanitario.

1.8 Índice de Riesgo para Agua de Estanque de Piscina y de Estructuras Similar - IRAPI

El instrumento para establecer la calidad del agua contenida en estanques de piscinas y estructuras similares se denomina Índice de Riesgo del Agua de estanque de Piscina y estructuras similares.

Para calcular el IRAPI se usa la siguiente fórmula:

$$\%IRAPI = VCM + VCR + VISL + VCOC$$

Dónde:

- VCM: Valor de las características microbiológicas del agua = 40%
 VCR: Valor Concentración del Residual del Desinfectante en el agua = 30%
 VISL: Valor Índice de saturación de Langelier = 20%
 VOC: Valor otras características físicas y químicas analizadas = 10%

La sumatoria matemática del total de los puntajes asignados para cada componente debe ser igual al 100%.

El valor del Índice de Riesgo de Agua de Estanques de Piscina y Estructura Similar – IRAPI, es cero (0) puntos, que corresponde a sin riesgo, cuando cumple con los valores aceptables de las características microbiológicas, el residual de desinfectante, Índice de Langelier – ILS y otras características físicas y químicas analizadas contempladas en la presente resolución; y cien (100) puntos, que corresponde a riesgo alto, cuando no cumple ninguno de ellos.

Tabla 9. Criterios para establecer el Índice de riesgo

Descripción De Los Componentes De La Fórmula	Criterios Del Componente		Valor A Tener En Cuenta En La Fórmula Para El Cálculo Del IRAPI	
	Cumple	Incumple	Valor del cumplimiento del criterio	Valor del incumplimiento del criterio
VCM (Valor de las Características Microbiológicas del agua)	Cuando se cumple con los valores aceptables de todas las características microbiológicas señaladas en la presente resolución		Cero (0) %	
		Cuando no se cumple con (2) de las características microbiológicas		Veinte (20)%
		Cuando no se cumple con todas las características microbiológicas		Cuarenta (40)%
VCR (Valor Concentración del Residual del desinfectante en el agua)	Cuando se cumple con el valor aceptable del residual del desinfectante		Cero (0)%	

DOCUMENTO DE APOYO VIGILAR LA CALIDAD DEL AGUA DE USO RECREATIVO Y TERAPÉUTICO

	señalado en la presente resolución			
		Cuando el valor del residual del desinfectante está por encima del valor aceptado.		Quince (15%)
		Cuando el valor del residual del desinfectante está por debajo del valor aceptado.		Treinta (30%)
VISL (Valor Índice de Saturación de Langelier)	Cuando el valor del Índice de Langelier corresponde a agua totalmente balanceada, de acuerdo con lo señalado en la presente resolución.		Cero (0%)	
		Cuando el valor del Índice de Langelier corresponde a agua con tendencia corrosiva o incrustante.		Veinte (20%)
VOC (Valor Otras Características físicas y químicas analizadas)	Cuando se cumple con los valores aceptables de todas las características físicas y químicas señalados en la presente resolución.		Cero (0%)	
		Cuando no se cumple con algunas características físicas y químicas.		Cinco (5%)
		Cuando no se cumple con todas las características físicas y químicas.		Diez (10%)

Fuente: Resolución 1618 de 2010.

Los valores obtenidos en la fórmula señalada anteriormente se comparan con la siguiente tabla para determinar el porcentaje de riesgo del agua.

Tabla 10. Clasificación Índice del riesgo IRAPI.

Clasificación Del Índice De Riesgo Para Agua De Estanque De Piscina Y Estructura Similar – IRAPI Absoluto (%)	NIVEL DEL RIESGO
76 – 100	Riesgo alto
36 – 75	Riesgo medio
11 – 35	Riesgo bajo
0 – 10	Sin riesgo

Fuente: Resolución 1618 de 2010.

1.3. Concepto Sanitario

Es el acto administrativo expedido por la autoridad sanitaria departamental, distrital o municipal (1, 2,3) de salud, donde está ubicada la piscina o estructura similar a través de la cual se acredita el cumplimiento de la calidad del agua y las buenas prácticas sanitarias¹⁰

De acuerdo al Decreto 2171 de 2009 el concepto puede ser:

- ✓ *Favorable*: se emite cuando las piscinas y estructuras similares cumplen con la totalidad de los requisitos de la calidad del agua y de las Buenas Prácticas Sanitarias.
- ✓ *Favorable con requerimientos*: se emite cuando las piscinas y estructuras similares no cumplen con la totalidad de los requisitos de la calidad del agua y de las Buenas prácticas Sanitarias y no que no lleve riesgos a la salud de las personas.
- ✓ *Desfavorable*: Cuando las piscinas y estructuras similares atentan contra la salud y la vida de las personas o cuando no se cumple con lo exigido para un concepto favorable.

1.9 Competencias de las autoridades sanitarias Departamentales, Distritales y Municipales de salud (municipios 1,2 y 3)

¹⁰ Resolución 4498 del 28 de Diciembre de 2012.

- ✓ Realizar la toma de muestras y análisis físicos, químicos y microbiológicos para garantizar la calidad del agua en los estanques de las piscinas y estructuras similares de uso colectivo, de conformidad con su tipo y frecuencia, establecidos por el Ministerio de la Protección Social.
- ✓ Realizar toma de muestras de superficie, como zonas de tránsito interno de cerramiento, andenes, baños, duchas, vestidores, Lavapiés y zonas húmedas, para realizar análisis de hongos, levadura y dermatofitos en piscinas y estructuras similares de uso colectivo.
- ✓ Realizar visitas periódicas de inspección sanitaria a las piscinas y estructuras similares, diligenciando el Formulario Único de Inspección Sanitaria, sobre el cumplimiento de las Buenas Prácticas Sanitarias.
- ✓ Reportar al Subsistema de vigilancia de Calidad del Agua (SIVICAP) del Instituto Nacional de Salud, la información generada en el proceso de vigilancia de las piscinas o estructuras similares.

1.10 Piscinas Naturales

Una piscina natural es una combinación entre el estanque convencional y una piscina, sin embargo, esta se caracteriza por integrarse con armonía dentro del paisaje natural. La depuración del agua se hace biológicamente y no tiene productos químicos. La piscina a diferencia de los estanques, presenta una clara diferenciación entre la zona de baño y la zona de regeneración de las plantas.

Una piscina natural es un sistema complejo que busca conservar la relación entre el cuerpo de agua, la flora y la fauna, las características varían de acuerdo al lugar donde se encuentran.

El sistema de construcción más utilizado está formado por al menos un skimmer flotante y mínimo una bomba potente, generando una corriente de agua en la superficie. La bomba funciona aproximadamente 6-12 horas, permitiendo que la superficie del agua se mantenga limpia y no se den altos niveles de sedimentación dado que se genera poca sedimentación.

En este tipo de construcciones, aunque no es necesario y no se recomienda por estética, la construcción de unos muros verticales, en tal caso la profundidad entre los 1,50 y 1,6 metros, el mantenimiento se puede realizar por medio de una red recoge hojas manuales y un sistema automático de limpia fondos.

Ilustración 23. Piscina natural en el valle del cauca.



Fuente: (<https://www.google.com.co>, 2014)

Ilustración 24: Piscina natural en Bucaramanga Santander



Fuente: (<http://www.elportal.com.co/contenidos.php?idcat=43>, 2014).

Ilustración 25: Piscina natural en el desierto de la Tatacoa.



Fuente: (<http://off2colombia.com.co>, 2014).

1.11 Seguridad en la piscina.

De acuerdo con la resolución 1510 del 06 de mayo de 2011, se establecen parámetros técnicos y de seguridad a tener en cuenta por los propietarios de piscinas tanto de uso privado como colectivos, con el fin de garantizar un sistema óptimo de circulación del agua, evitar accidentes y proteger la vida de los bañistas.

1.12 Criterios técnicos

- a) *Planos*: las piscinas de uso colectivo como unihabitacional deben contar con planos informativos y técnicos. Los planos de uso informativo deben tener como mínimo las rutas de evacuación y salida de emergencia de la piscina, desniveles y pendientes del piso, el cual debe ser antideslizante con el fin de evitar que los bañistas sufran algún accidente, además debe contener el nivel de profundidad del estanque mínima y máxima, además de cualquier otra información relevante relacionada con el funcionamiento y la seguridad.

Los planos técnicos deben estar disponibles para la autoridad sanitaria y deben ser realizados para cada estanque o estructura similar y debe contener como mínimo: 1) Destalles de la construcción de la piscina, 2) profundidades, 3) sistema de tratamiento contenida en el agua del vaso, 4) dimensiones, 5) material de la tubería, y equipos utilizados en el sistema de recirculación del agua, demás información relevante sobre la piscina y su funcionamiento.

b) *Formas y características del estanque:* Las formas y características de los estanques o estructura similar de las piscinas deben evitar ángulos, recodos, túneles u obstáculos que dificulten la circulación del agua o representen algún peligro para los bañistas, debiendo además estar sujetos al cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. No deben existir obstrucciones subacuáticas, como túneles sumergidos u otras estructuras que comuniquen los estanques entre sí, que puedan retener a los bañistas bajo el agua.
2. El piso del vaso debe tener una superficie uniforme, recibir mantenimiento permanente que evite resaltos y filos que representen peligro para los bañistas. Debe contar con una pendiente que permita el correcto desagüe y el desnivel o diferencia de altura no debe superar el 10%.
3. En volumen mínimo de aire por bañista debe ser de 8m³. los estanques climatizados deben cumplir con una temperatura menor o igual a los 38°C y contar con un sistema de control de temperatura, la humedad relativa debe estar entre el 60 y 75%. (no aplica para las piscinas competitivas).
4. Los vértices de la piscina deben estar rebordeados para evitar la acumulación de residuos y garantizar su limpieza.
5. La profundidad de las piscinas destinadas para menores de 6 años no debe superar una profundidad de 0,60 m y la pendiente no puede ser superior al 2%.
6. Los estanques que tengan profundidades menores a los 0,60m deben estar separados como mínimo 2,4 m del estanque con profundidad superior a los 0,60m.
7. Todo estanque debe contar con al menos una escalera para la entrada y salida de los bañistas y las necesarias por cada 23m de longitud del perímetro del estanque, provistas de pasamanos, las cuales deben estar hechos de materiales de fácil limpieza y desinfección. Los pasamanos iniciaran desde el segundo escalón constando desde el piso del estanque hasta la superficie y sobresalir del borde del estanque hasta el corredor perimetral.
8. Los escalones deben estar dentro del vaso y no sobresalir de la pared del estanque y contara con superficie antideslizante con coeficiente estático de fricción mínimo¹¹ de 0,60 en superficies de contacto del pie del bañista, la distancia máxima entre peldaños será de 0,30m y el ancho mínimo de la huella de 0,50m con una altura no inferior a los 0,12m.

¹¹ La fuerza de fricción entre dos cuerpos aparece aun cuando no existe movimiento relativo entre ellos. Cuando esto sucede se habla de la fuerza de fricción estática, su magnitud puede tomar valores entre cero y un máximo el cual está dado por la ecuación: $s f Nf s_{ij} = \max (i)$. Donde $s f$, el coeficiente de fricción y N , es la normal.

9. Cada estaque o estructura similar debe contar con la menos dos (2) drenajes por tubería de succión, en el mismo plano consecutivo, separados por una distancia mínima de 0,90m hidráulicamente balanceados que permitan la evacuación de la totalidad del agua, los sedimentos y residuos, además de la cubierta antiatrapamiento.
10. Tanto los estanques como las estructuras similares deben contar con revestimiento de pisos y paredes con materiales impermeables de fácil limpieza y desinfección, que resistan la abrasión y que sean estables frente a los productos químicos a utilizar en la limpieza en el tratamiento del agua.
11. El andén o corredor del estanque debe tener un ancho mínimo de 1,20m, estar recubierto con material antideslizante que evite la proliferación de microorganismos patógenos, además recibir mantenimiento permanente con el fin de evitar la presencia de resaltos y filos que represente peligro para la integridad de los bañistas. Deben tener un coeficiente estático de fricción mínimo de 0,6 y pendientes de 2% hacia afuera del estanque.
12. Zona de saltos y clavados: esta zona se encuentra determinada por la altura del trampolín y la profundidad del estanque:
 - ✓ Cuando halla trampolín o plataforma de un (1) metro de altura, la profundidad del estanque será de 2,50m en un área demarcada un (1) metro hacia atrás, tres (3) metros a cada lado de la plomada tirada desde la punta media del trampolín o plataforma.
 - ✓ Cuando el trampolín sea de 8 metros de altura, la profundidad del estanque será de 8,60m en un área demarcada; un (1) metro hacia atrás, 7,20 metros hacia adelante y tres (3) metros de cada lado de una plomada tirada desde la punta media del trampolín.
13. Se debe contar con un salvavidas por cada estanque con un espejo de agua menor o igual a 312m², debe contar durante en funcionamiento de la piscina con una persona debidamente entrenada y certificada como salvavidas, que tendrá en un sitio visible al menos dos flotadores, además de un distintivo que permita su fácil identificación. Cuando la lámina de agua es superior a los 312m² debe contar con un salvavidas adicional. El número de salvavidas se incrementará proporcional al aumento de la superficie del agua.

Los salvavidas deben estar certificados de acuerdo al artículo 14 de la ley 1209 de 2008 y Decreto 2171 de 2009, con un tiempo mínimo de estudio de 600 horas.

El certificado de competencia laboral se debe renovar cada 5 años y debe cumplir como mínimo los siguientes requisitos:

- ✓ Ser mayor de edad, estilos de natación, libre y espalda, apnea de cinco (5) metros, respiración de flotación abdominal y dorsal, vadeo estático y vadeo de avance, entrada al agua de pe y de

cabeza, nadar 500 m de manera continua, tener mínimo 9 grado de bachillerato, certificado de aptitud física (visión, audición y coordinación motriz).

14. Toda piscina debe contar con al menos un área de primeros auxilios, la cual debe estar dotada de un botiquín, teléfono, y en un lugar visible la información pertinente, como direcciones, números de teléfono de hospitales y centros de atención médica, servicios de ambulancia, centros de atención de emergencia, entre otros.

El botiquín básico de primeros auxilios en las piscinas debe contener como mínimo los siguientes elementos:

- ✓ Gasas estériles
- ✓ Termómetro
- ✓ Esparadrapo y venda adhesiva
- ✓ Bajalenguas
- ✓ Venda elástica
- ✓ Desinfectante para uso humano (yodopovidona o agua oxigenada)
- ✓ Solución salina
- ✓ Jabón quirúrgico (opcional)
- ✓ Guantes latex o nitrilo
- ✓ Tijeras
- ✓ Fonendoscopio
- ✓ Tensiómetro
- ✓ Linterna con pilas de repuesto
- ✓ Camilla tipo de fel o miller para inmovilización dentro del agua
- ✓ Inmovilizadores de trauma (extremidades)
- ✓ Férula cervical o Cuello de Philadelphia
- ✓ Sistema de bolsa válvula máscara (BVM) adulto
- ✓ Sistema de bolsa válvula máscara (BVM) pediátrico
- ✓ Sistema de oxigenoterapia con elementos de adulto y pediátrico
- ✓ Bolsa roja
- ✓ Elementos de protección personal

15. Toda piscina de uso colectivo debe contar con un operador durante el tiempo de funcionamiento.

16. Las instalaciones sanitarias de las piscinas de uso colectivo deben contar con un inodoro, lavamanos, ducha, orinal, y vestier. Deben ser de fácil acceso y de uso exclusivo de los bañistas independiente para mujeres y hombres, las paredes de la instalación sanitaria serán revestida en material liso, de fácil lavado, y desinfección, y estar dotadas de elementos de aseo personal,

como papel higiénico, jabón líquido, toallas de mano desechables o secadores de aire, repisa cambia pañales, recipientes para recoger residuos. El número de inodoros debe ser de acuerdo a la cantidad de bañistas como se especifica en la tabla 1.

Tabla 11. Cantidad de inodoros por número de bañistas.

Cantidad	Elemento de la instalación sanitaria	Número de bañistas
1	Ducha	40
1	Inodoro para hombres	40
1	Inodoro para mujeres	30
1	Orinal	50
1	Lavamanos	50
1	Vestidor	50

Fuente: Resolución 1510 de 2011.

- ✓ Los vestidores deben contar con su respectivo guardarropa, independientes por género y deben disponer de pisos y sistemas de ventilación de material antideslizante, de fácil lavada y desinfección, y resistentes a la corrosión.
 - ✓ Los separadores fijos deben tener puerta y ser de material antideslizante de fácil lavado y desinfección y resistentes a la corrosión.
 - ✓ Debe estar dotada de armarios de material resistente a la humedad o guardarropas comunes disponiendo bolsas plásticas desechables.
17. Toda piscina de uso colectivo debe instalar como mínimo una ducha y un lavapiés, con la señalización que indique a los bañistas su uso, el lavapiés debe ser de material antideslizante con una profundidad de conducción de 0,20m de 0,15m de operación con un área no menor a 0,8m². el agua contenida en el lavapiés debe tener el mismo desinfectante que el vaso.
18. Toda piscina debe tener un libro de registro foliado en el cual el operador señale los detalles más relevantes de las piscinas o estructuras similares en cada jornada, señalando la hora de inicio y la hora de finalización de la operación, resaltando los hechos *in situ*, consumo y tipo de productos, o formulaciones, sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua, limpieza y puesta en funcionamiento de la piscina, fecha de lavado de los vestidores, baños, corredores, número de bañistas, volumen de agua recirculada, aplicación de plaguicidas, entre otras.

1.13 Normatividad aplicada a los estanques de piscinas y estructuras similares

Tabla 12. Normas aplicadas a los estanques de piscina y estructuras similares

Norma	Entidad	Descripción
Ley 1209 de julio de 2008	Ministerio de Protección Social	Por el cual se establece normas de seguridad en piscinas
		La presente ley tiene por objeto establecer las normas tendientes a brindar seguridad y adecuar las instalaciones de piscinas con el fin de evitar accidentes. Problemas de salud y proteger la vida de los usuarios de estas, sin perjuicio de lo que dispongan otras normas que, con carácter concurrente puedan ser de aplicación.
Decreto 554 de 2015	Ministerio de Salud y Protección Social	Por el cual se reglamenta la Ley 1209 de 2008
		El objetivo del decreto es determinar las medidas de seguridad aplicables a los establecimientos de piscinas de uso colectivo abiertas al público en general que deben ser cumplidas por los responsables de las mismas, tendientes a prevenir y controlar los riesgos que afecten la vida y salud de las personas
Resolución 2191 del 1991	Secretaría Distrital de Salud	Art. 1 Reglamentar la construcción, funcionamiento y operación de piscinas en Santa Fe de Bogotá, D.C.
		Art. 3 El programa de vigilancia y control de piscinas tiene como objeto garantizar la calidad del agua, el buen estudio y suficiencia de las instalaciones aledañas a la piscina, el correcto funcionamiento del establecimiento en general y la protección de la salud de los usuarios.
		Art. 4. Las piscinas y sitios contiguos a ella deben cumplir normas técnicas, normas de calidad, normas de seguridad y normas de funcionamiento, las cuales se describen en los siguientes capítulos.

Resolución 1618 de 2010	Ministerio de la protección social	Art. La presente resolución tiene por objeto establecer las características físicas, químicas y microbiológicas con los valores aceptables que debe cumplir el agua contenida en estanques de piscinas y estructuras similares de recirculación, la frecuencia de control y vigilancia de la calidad del agua que debe realizar el responsable y la autoridad sanitaria, así como el instrumento básico de la calidad de la misma.
decreto 3930 de 2010	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial	Art. 1. El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
Resolución 1510 de 2011	Ministerio de Protección Social	La presente resolución tiene por objeto definir los criterios técnicos y de seguridad para las piscinas, los criterios mínimos de desempeño de los operadores y de los responsables de las piscinas, así como establecer los planes de saneamiento básico y de Emergencia y el reglamento de uso del estanque o estructura similar.
Resolución 1509 de 2011	Ministerio de Protección Social	Productos químicos utilizados en el tratamiento de agua contenida en estanques de piscinas y estructuras similares.

2 PROCESO DE APRENDIZAJE: VERIFICAR LA CALIDAD DE AGUA DE LAS PISCINAS Y ESTRUCTURAS SIMILARES DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE

2.1. Disoluciones químicas

Una mezcla es una combinación de dos o más sustancias diferentes, ya sean elementos o compuestos en cantidades variables y que no reaccionan químicamente, es decir que mantiene su identidad.

La materia que nos rodea, habitualmente corresponde a mezclas de diferentes sustancias siendo el agua de mar, la tierra y el aire ejemplos de estas mezclas. Las mezclas están constituidas por una sustancia que se encuentra en mayor proporción denominada fase dispersante y otra (s) en menor proporción denominada fase dispersa.

La mezcla no tiene composición fija ni las mismas propiedades o apariencias, debido a que la distribución de sus componentes varía dentro de la misma. De acuerdo con las partículas de la fase dispersa, las mezclas se pueden clasificar como homogéneas y heterogéneas (<http://www.educarchile.cl>, 2014).

En las mezclas homogéneas la composición de la mezcla es igual en toda la solución, mientras que en las mezclas heterogéneas se observa una separación física de los diferentes componentes (ver ilustración 26).

Ilustración 26: tipos de mezclas homogéneas y heterogéneas.



Fuente: (<http://lassolucionesmezclasysuseparaciones.blogspot.com>, 2014)

Una solución es una mezcla de dos o más sustancias, en donde la sustancia en menor proporción se denomina soluto y la de mayor proporción se denomina solvente. Por lo anterior se pueden considerar seis tipos de disoluciones, los cuales dependen de los estados iniciales de la materia, sólido, líquido o gaseoso de los componentes de la solución. Cuando en la mezcla el disolvente es agua se denominan, disoluciones acuosas, las cuales son muy importantes debido a que el agua tiene la capacidad de disolver un gran número de sustancias de interés tanto químico como biológico

En la ilustración 27 se pueden observar los diferentes tipos de disoluciones de acuerdo al estado en el que se encuentran las sustancias que la componen.

Ilustración 27: Tipos de mezclas y estado de la materia que lo compone.

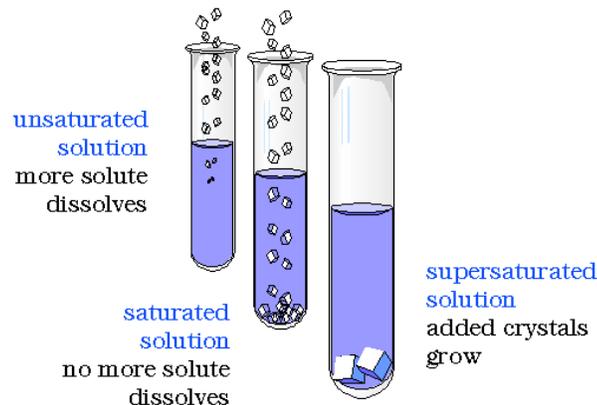
<i>Soluto</i>	<i>Disolvente</i>	<i>Disolución</i>	<i>Ejemplo</i>
Gas Líquido Sólido	Gas	Gas	Aire seco Aire húmedo Polvo en el aire
Gas Líquido Sólido	Líquido	Líquido	HCl en agua Etanol en agua Cloruro de sodio en agua
Gas Líquido Sólido	Sólido	Sólido	Hidrógeno en paladio Amalgamas Aleaciones

Fuente: (<http://www.comoseresuelvelafisica.com>, 2014)

Las disoluciones también se pueden clasificar de acuerdo a la cantidad de soluto que contengan, de esta manera se habla de una disolución saturada, insaturada u sobre saturada. Una *solución saturada* contiene la máxima cantidad de soluto que se disuelve en un disolvente a una temperatura específica; la *solución no saturada o insaturada* tiene menos soluto del que es capaz de disolver un disolvente y la *solución sobresaturada* contiene más soluto del que puede haber en una solución saturada, este tipo de solución es muy inestable.

Ilustración 28: niveles de saturación de una disolución.

Saturated Solutions



Fuente: (<http://cienciasdejoseleg.blogspot.com>, 2014).

También se pueden encontrar otro tipo de soluciones, las cuales están relacionadas de acuerdo al estado en el que se encuentre el compuesto.

Solución Líquida: Se designa con este nombre a las soluciones químicas donde el soluto a disolver es un líquido, el cual es agregado a otro líquido que será el disolvente, y que por lo general es agua.

Solución gaseosa: Son las soluciones que resultan al mezclar gases con otros gases, que hacen la función de soluto y solvente.

Solución gas-líquido: Se requiere a aquellas soluciones donde dos soluciones mezclas es un gas y un líquido, un ejemplo es el oxígeno disuelto en agua.

Solución sólido-líquido: Esta solución es la unión heterogénea de un sólido y un líquido donde el líquido por lo general es el de mayor proporción

Solución sólido-gas: Es la unión homogénea de dos sustancias, un sólido y un gas.

Solución sólido-sólido: Es una solución homogénea donde dos o más sustancias sólidas se unen. Un ejemplo de este tipo de solución es el acero y el bronce.

Solución gas-gas: Es mezcla homogénea que se crea al unir dos o mas gases.

Solución gas-sólido: Es una mezcla heterogénea donde un gas se une a un sólido

2.2 Solubilidad

Es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en un líquido, se puede expresar en moles por litro (M), en gramos por litro, en miligramos por litro (partes por millón *ppm*) o en porcentaje de soluto (% masa a masa), cuando se sobrepasan los niveles se dice que es una solución esta sobresaturada. (Universidad de los Andes, 2014). Para que se pueda dar la disolución las sustancias deben compartir similitudes en la polaridad de sus moléculas.

El agua tiene la capacidad de disolver la mayoría de las sales, ya que es polar y tiene un momento dipolar muy grande, debido a su constante dieléctrica, la cual hace referencia a la estructura y la polaridad de la molécula de agua, lo que le permite reducir las fuerzas de atracción que existen entre partículas de cargas opuestas (o de reducir la repulsión de partículas de cargas iguales), no presenta unidades, sin embargo, es una medida de reducción y se define como

$$Kte \text{ dieléctrica} = \frac{\text{Fuerza entre dos cargas en el vacío}}{\text{Fuerza entre dos cargas en el medio}}$$

La constante dieléctrica es mayor de 1, si el medio reduce la fuerza entre las cargas comparadas con el vacío (<http://www.virtual.unal.edu.co>, 2014). Sin embargo, existen compuestos inorgánicos altamente polares que son insolubles en agua, como es el caso de los carbonatos, fosfatos (excepto los del grupo IA y del NH₄⁺), los hidróxidos (excepto los del grupo IA, Ba(OH)₂) y los sulfuros (exceptuando a los del grupo IA, IIA, del NH₄⁺), debido al tamaño de las moléculas y las fuerzas inter iónicas (Universidad de los Andes, 2014).

Una sustancia se considera insoluble cuando la solubilidad es menor a 0,1mg de soluto por cada 100gr de solvente. Cuando un líquido no se disuelve en otro líquido se dice que no son miscibles.

2.2.2. Factores que afectan la solubilidad

- a) La naturaleza del soluto y el solvente: cuando un soluto es agregado a un solvente se inicia un proceso de difusión de las moléculas del soluto hacia el centro de las moléculas del soluto y del solvente, lo que ocurre solamente si las moléculas tanto del soluto como del solvente establecen fuerzas interactivas, que logran vencer las fuerzas intermoleculares presentes en el cuerpo a dispersar.
- b) Es por ello que los solventes polares tienden a disolver solutos polares, sin embargo este proceso puede ser deducido por la existencia de moléculas más voluminosas del solvente y por ende, la existencia de fuerzas intermoleculares superiores que se pueden constituir entre el soluto y el solvente.
- c) La temperatura: un aumento en la temperatura facilita el proceso de disolución en un soluto, debido a: el calor que se le suministra al sistema, aumenta la velocidad de difusión de las partículas en el solvente.
- d) El calor que se suministra es absorbido por las moléculas del soluto, debilitando las fuerzas intermoleculares y facilita el proceso de solvatación. Sin embargo, en soluciones como el NaCl en donde una variación de la temperatura no representa un verdadero cambio en la velocidad de reacción.
- e) La presión: se evidencia sus efectos en los gases, ya que la solubilidad del gas es directamente proporcional a las presiones aplicadas. (Universidad de los Andes, 2014).

2.3 Masa Atómica (ma)

Es la masa de un átomo correspondiente a un determinado elemento químico. Se utiliza la unidad de masa atómica, como unidad de medida. En 1961 la IUPAC (International Union of Pure And Applied Chemistry) adoptó como patrón el isótopo¹² del carbono más común ¹²C y con una masa atómica de 12, es decir el número de Avogadro= $6,02 \times 10^{23}$.

¹² Son cada una de las diversidades de un átomo de cierto elemento químico, los cuales varían del núcleo atómico. En donde el núcleo presenta el mismo número atómico, pero su número másico difiere.

La masa atómica del H es de 1,008 g/mol, es decir que la masa de 1 mol de átomos de hidrogeno contienen $6,02 \times 10^{23}$ átomos de H y su masa es 1,008gr. Se puede hallar en la tabla periódica con el nombre de peso atómico, una denominación incorrecta teniendo en cuenta que la masa es una propiedad de la sustancia y el peso depende de la gravedad (<http://aprendeonline.udea.edu.co>, 2014).

Ejemplo

Determinar el peso atómico promedio del litio, considerando que consta de dos isotopos estables 6Li y 7Li, con abundancias relativas de 7,59% y 92,41% respectivamente.

$$M = \sum \frac{P_i A_i}{100}$$

En donde:

M: Peso atómico promedio

Pi: Peso atómico del isotopo i.

Ai: Abundancia relativa en %.

$$M = \frac{6,015 \times 7,59 + 7,016 \times 92,41}{100} = 6,94u$$

2.4 Masa molar

Corresponde a la masa de un mol de molécula o de $6,02 \times 10^{23}$ moléculas medidas en gramos, la masa molar o el peso molecular de un compuesto se obtiene sumando ponderadamente las masas atómicas de los elementos que conforman el compuesto.

Ejemplo

Calcular la masa molar del agua H₂O

La masa atómica del H = 1 g/mol

La masa atómica del O = 16 g/mol

$$\begin{aligned} MM_{H_2O} &= 2(ma)_H + 1(ma)_O \\ MM_{H_2O} &= 2(1 \text{ g/mol})_H + 1(16 \text{ g/mol})_O \\ MM_{H_2O} &= 18 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la masa de 1 mol de H₂O ó de $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de H₂O es de 18gr.

2.5 Unidades de concentración

Las proporciones relativas existentes entre el soluto y el solvente determinan la concentración de una solución. La concentración de una disolución es una medida que indica la relación entre la cantidad de soluto y la solución o el solvente. La concentración de una disolución se puede expresar de diversas maneras, algunas dependientes de las temperaturas o no, otras en función de las unidades físicas y químicas. Entre las principales unidades de concentración se encuentran las siguientes:

2.2.1. Unidades físicas de concentración

- a) %P/P ó % m/m, estas unidades indican la cantidad de gramos de soluto contenido en 100 g de solución
- b) % P/V ó % m/V, estas unidades indican los gramos de soluto contenido en 100 ml de solución
- c) % V/V, esta unidad indica los mililitros (ml) de soluto contenido en 100 ml de solución
- d) ppm, esta unidad indica las partes de soluto en 1000 partes por solución

Ejemplo unidades físicas de concentración

1. Una solución de azúcar en agua, contiene 20g de azúcar en 70g de solvente. Expresar la solución en %P/P.

Soluto + Solvente → Disolución
20g 70g 90g

$$\% P/P = \frac{\text{Peso soluto}}{\text{Peso de disolución}} * 100$$

$$\% P/P = \frac{20 \text{ g}}{70 \text{ g}} * 100$$

$$\% P/P = 28,57$$

2. Calcular el % P/V de NaCl en una disolución que contiene 10g de soluto en 120ml de disolución.

$$\% P/V = \frac{\text{Peso soluto}}{\text{Volumen de disolución}} * 100$$

$$\% P/V \text{ NaCl} = \frac{10 \text{ g}}{120 \text{ mL}} * 100$$

$$\% P/V = 8,33\%$$

3. Calcular la concentración en porcentaje de volumen de 180 cm³ de vinagre disueltos en 1,5 kg de agua.
- a. Para realizar el calculo, primero se debe transformar los cm³ a litros, según la relación que se tiene en el enunciado

$$180 \text{ cm}^3 * \frac{0,001 \text{ L}^3}{1 \text{ cm}^3} = 0,18 \text{ L}^3$$

- b. Teniendo la cantidad de vinagre en litros, es posible realizar el calculo:

$$\begin{array}{l} \text{Solute + Solvente} \longrightarrow \text{Disolución} \\ 0,18 \text{ L}^3 \quad 1,5 \text{ L}^3 \longrightarrow 1,68 \text{ L}^3 \end{array}$$

$$\% V/V = \frac{0,18 \text{ L}^3}{1,68 \text{ L}^3} * 100$$

$$\% V/V = 10,7$$

4. En un control sanitario se detectaron 5mg de mercurio (Hg) en un pescado de 1,5kg. Calcular la concentración.
- a. Para realizar el calculo, primero se debe transformar los mg a kg, según la relación que se tiene en el enunciado

$$5 \text{ mg} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 5 \times 10^{-6} \text{ Kg}$$

- b. Teniendo la cantidad de Hg en kg, es posible realizar el calculo:

$$ppm = \frac{\text{peso de la sustancia}}{\text{peso total}} * 10^6$$

$$ppm = \frac{5 \times 10^{-6} \text{ kg}}{1,5 \text{ kg}} * 10^6$$

$$ppm = 7,5$$

2.2.2. Unidades químicas de concentración

- a) *Soluciones molares*: La molaridad (M) es el número de moles de soluto por 1 litro de solución. Esta concentración corresponde a la siguiente relación:

$$M = \frac{N^{\circ} \text{ moles}}{\text{volumen de soluciones en litros}}$$

En donde el número de moles es:

$$N^{\circ} \text{ moles} = \frac{\text{masa}}{\text{masa molecular}}$$

$$N^{\circ} \text{ moles} = \frac{m \text{ (g)}}{M_M \text{ (g/mol)}}$$

- b) *Soluciones Normales*: Es el número de equivalentes de soluto por 1 litro de solución. Esta concentración, corresponde a la relación:

$$N = \frac{N^{\circ} \text{ equivalente}}{\text{Volumen en litro de solución}} = \frac{Eq}{L}$$

El N° equivalente se obtiene dividiendo la masa del soluto en la masa o peso equivalente.

$$Eq = \frac{m}{P_{eq}}$$

El peso equivalente (P_{eq}) se obtiene dividiendo la masa que corresponda a un mol de soluto multiplicado por el estado de oxidación con el cual actuó el átomo metálico (en el caso de los hidróxidos) o no metálico (en el caso de hidrácidos, oxácidos y radicales ácidos de las sales que estos forma) del soluto. Por ello:

1. P_{eq} para un ácido

$$P_{eq} = \frac{\text{Peso molecular}}{N^{\circ} \text{ de } H^+}$$

2. P_{eq} para una base

$$P_{eq} = \frac{\text{Peso molecular}}{N^{\circ} \text{ de } OH^-}$$

3. P_{eq} para un sal

$$P_{eq} = \frac{\text{Peso molecular}}{\text{Carga de catión o anión}}$$

En los casos en los que el número de H⁺ , OH⁻ o la carga de los iones es igual a 1 la normalidad (N) es igual a la Molaridad (M).

- c) *Soluciones Molales*: La molalidad (m) se define como el número de moles de soluto por kilogramo de solvente. Esta concentración corresponde a la relación:

$$m = \frac{\text{nº de moles de soluto}}{\text{Kilogramos de solventes}}$$

- d) *Fracción molar*: Es otra unidad de concentración de soluciones referidas al soluto y al solvente. La fracción molar (X) es cociente entre el número de moles de soluto o del solvente y el número de moles totales. Están dadas por las siguientes relaciones:

$$X_{\text{soluto}} = \frac{\text{numero de moles del soluto}}{\text{número de moles de la solución}}$$

$$X_{\text{solvente}} = \frac{\text{número de moles de solvente}}{\text{número de moles de disolución}}$$

Ejemplo unidades químicas de concentración

1. Calcule el volumen en ml de la solución requerida para tener 2,14g de NaCl a partir de una solución de 0,27M

- a) Calculamos inicialmente la masa molecular basándonos en la tabla periódica

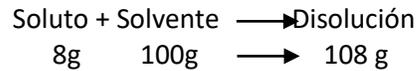
$$NaCl = 1(23 \text{ g}) + 1(35,5 \text{ g})$$

$$NaCl = 58,5 \text{ g}$$

- b) Teniendo la masa molecular del NaCl, es posible realizar el cálculo.

$$\text{moles (n) de NaCl} = 2,14 \text{ gr NaCl} * \frac{1 \text{ mol}}{58 \text{ gr NaCl}} = 0,036 \text{ mol}$$

2. Calcular la molalidad de una solución que resulta de disolver 8g de NaOH en 100g de H₂O.



Aplicando la fórmula:

$$m = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Kilogramo de solvente}}$$

a) Como primer paso debemos hallar los NaOH, con la fórmula:

$$\text{moles de soluto} = \frac{\text{masa del soluto}}{\text{masa molecular}}$$

a.1) se halla la masa del soluto, NaOH

$$\begin{aligned} \text{NaOH} &= 1(23\text{ g}) + 1(16\text{g}) + 1(1\text{ g}) \\ \text{NaOH} &= 40\text{ g} \end{aligned}$$

b) Reemplazando en la ecuación:

$$\text{moles de soluto} = \frac{8\text{ g de NaOH}}{40\text{ g de NaOH}} = 0,2\text{ moles de NaOH}$$

c) Se convierte la masa del solvente de gramos a kilogramos

$$100\text{ g} * \frac{1\text{ Kg}}{1000\text{ g}} = 0,1\text{ Kg}$$

d) Por último, se determina la molalidad de la disolución:

$$m = \frac{0,2\text{ moles de soluto}}{0,1\text{ Kg de solvente}}$$

$$m = 2 \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Kg de solvente}}$$

3. Calcular la normalidad y la molaridad de 50g de Na₂CO₃ en 100ml de disolución

a) Determinar la masa molecular del Na₂CO₃

$$Na_2CO_3 = 2(23\text{ g}) + 1(12\text{ g}) + 3(16\text{ g}) = 106\text{ g}$$

- b) Se determina el Peso equivalente del Na_2CO_3 , debido a que este compuesto es una sal se utiliza la siguiente formula:

$$P_{eq} = \frac{\text{Peso molecular}}{\text{Carga de catión o anión}}$$

$$P_{eq} = \frac{106\text{ g } Na_2CO_3}{2}$$

$$P_{eq} = 53$$

- c) Teniendo el peso equivalente de Na_2CO_3 , se puede determinar el número

$$Eq = \frac{m}{P_{eq}}$$

$$Eq = \frac{50\text{ g de } Na_2CO_3}{53\text{ } P_{eq}} = 0,94$$

- d) Con los datos anteriormente obtenidos se determina la normalidad utilizando la formula

$$N = \frac{\text{Nº equivalente}}{\text{Volumen en litro de solución}} = \frac{Eq}{L}$$

$$N = \frac{0,94}{100\text{ ml}} = 9,4\text{ N}$$

4. Calcular la fracción molar de cada componente en una solución que se prepara disolviendo 400g de NaOH en un litro de agua.

Soluto + Solvente → Disolución

NaOH H₂O → Disolución

Masa del soluto = 400g

Volumen del solvente = 1L

Densidad del solvente H₂O = 1,0g/ml

Aplicando la ecuación

$$X_{soluto} = \frac{\text{numero de moles del soluto}}{\text{numero de moles de la solución}}$$

- a) Determinar la masa del soluto y del solvente

$$\begin{aligned}NaOH &= 1(23 \text{ g}) + 1(16 \text{ g}) + 1(1 \text{ g}) = 40 \text{ g} \\H_2O &= 2(1 \text{ g}) + 1(16 \text{ g}) = 18 \text{ g}\end{aligned}$$

- b) Con el resultado de la masa del soluto, es posible determinar las moles de soluto

$$\text{moles de soluto} = \frac{400 \text{ g NaOH}}{40 \text{ g/mol NaOH}} = 10 \text{ moles de NaOH}$$

- c) Luego, se determina la masa del solvente, sabiendo que la densidad del solvente es igual a la masa solvente sobre el volumen del solvente, despejando la masa se tiene la siguiente formula:

$$\begin{aligned}\text{masa solvente} &= \text{densidad solvente} * \text{volumen solvente} \\ \text{masa solvente} &= 1,0 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ g}\end{aligned}$$

- d) Se determinan las moles del solvente, de acuerdo a lo anteriormente calculado

$$\text{moles de solvente} = \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{18 \text{ g/mol H}_2\text{O}} = 55,5 \text{ moles de H}_2\text{O}$$

- e) Teniendo las moles de soluto y las moles de solvente se determina las moles de la disolución

$$\begin{aligned}\text{moles de disolucion} &= 10 \text{ moles NaOH} + 55,5 \text{ moles de H}_2\text{O} \\ \text{moles de disolución} &= 65,5 \text{ moles}\end{aligned}$$

- h) Por último se calcula la fracción molar para el soluto y solvente

$$\begin{aligned}X_{\text{soluto}} &= \frac{10 \text{ moles de NaOH}}{65,6 \text{ moles de disolucion}} = 0,152 \\ X_{\text{solvente}} &= \frac{55,5 \text{ moles de H}_2\text{O}}{65,6 \text{ moles de disolución}} = 0,84\end{aligned}$$

Bibliografía.

Arenas, G. V. (s.f.). *Instalaciones en Piscinas*. Cartagena: Universidad Politecnica de Cartagena.
EPA. (09 de 1999). United States Environmental Protection Agency. *Folleto Informativo de tecnología de aguas residuales-Desinfección con cloro*. Washington D.C.
<http://200.85.152.107>. (25 de 06 de 2014). Obtenido de http://200.85.152.107/~aguasclaras/?page_id=60

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co>. (15 de 07 de 2014). Obtenido de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/ocw/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=238>

<http://cienciasdejoseleg.blogspot.com>. (14 de 07 de 2014). Obtenido de <http://cienciasdejoseleg.blogspot.com/2012/08/tipos-de-soluciones.html>

<http://lassolucionesmezclasysuseparaciones.blogspot.com>. (14 de 07 de 2014). Obtenido de <http://lassolucionesmezclasysuseparaciones.blogspot.com>

<http://off2colombia.com.co>. (30 de 06 de 2014). Obtenido de <http://off2colombia.com.co/colombia-regiones/el-sur-de-colombia/desierto-de-la-tatacoa>

<http://urzainqui.galeon.com>. (14 de 06 de 2014). Obtenido de <http://urzainqui.galeon.com/productos1498127.html>

<http://www.chipaxa.com>. (20 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.chipaxa.com/paginas/Abrasivos1.htm>

<http://www.comoseresuelvelafisica.com>. (14 de 07 de 2014). Obtenido de <http://www.comoseresuelvelafisica.com/2012/07/clasificacion-de-las-disoluciones.html>

<http://www.docstoc.com>. (20 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.docstoc.com/docs/26962304/Active-filter-media-replaces--sand-in-all-types-of-sand-filter>

<http://www.educarchile.cl>. (14 de 07 de 2014). Obtenido de <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=216927>

<http://www.elaguapotable.com>. (25 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/radiac6.jpg>

<http://www.elportal.com.co/contenidos.php?idcat=43>. (30 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.elportal.com.co/contenidos.php?idcat=43>

<http://www.epa.gov>. (27 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.epa.gov/acidrain/spanish/measure/ph.html>

<http://www.eraingenieria.com>. (28 de 06 de 2014). Obtenido de http://www.eraingenieria.com/portal/lang__es-ES/tabid__7109/default.aspx

<http://www.instalaciondepiscinas.info>. (27 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.instalaciondepiscinas.info/tratamientos-de-agua-ozono.html>

<http://www.iris-spa.com>. (27 de 6 de 2014). Obtenido de http://www.iris-spa.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=184:pulsadores-piezoelectricos&Itemid=43

<http://www.leroymerlin>. (12 de 06 de 2014). Obtenido de http://www.leroymerlin.es/leroyMerlinWebsite/ideasYConsejos/especialpiscinas/piscinas_mantenimiento.html

<http://www.piscinas-online.com>. (28 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.piscinas-online.com/proyector-piscina-nova-wnm40.html>

<http://www.reindesa.com>. (13 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.reindesa.com/filtracion-piscinas>

<http://www.sacipumps.com>. (16 de 06 de 2014). Obtenido de <http://www.sacipumps.com/catalogo.cfm/f/29/sf/84/esp/piscinas-y-filtros-filtros-piscina-publica.htm>

<http://www.virtual.unal.edu.co>. (14 de 07 de 2014). Obtenido de http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000051/lecciones/cap01/06_08.htm

<https://www.google.com.co>. (14 de 06 de 2014). Obtenido de <https://www.google.com.co>



DOCUMENTO DE APOYO VIGILAR LA CALIDAD DEL AGUA DE USO RECREATIVO Y TERAPÉUTICO

ACA-DA-032 Versión 2

<https://www.google.com.co>. (30 de 06 de 2014). Obtenido de
<https://www.google.com.co/search?q=piscinas+naturales+en+colombia&espv>
Ley 1209 . (14 de Julio de 2008).
Ministerio de la Protección Social. (07 de 05 de 2010). Resolución 1618 .
Ministerio de la Protección Social. (6 de 05 de 2011). Resolución 1510 .
resolución 2191. (04 de 10 de 1991).
Universidad de los Andes. (14 de 07 de 2014). <http://www.webdelprofesor.ula.ve/>. Obtenido de
<http://www.webdelprofesor.ula.ve/>:
http://www.webdelprofesor.ula.ve/farmacia/juanguillen/PDF/Teoria/Tema_3/tema3.pdf

