Calidad del Agua Para Consumo Humano



Libertad y Orden

República de Colombia
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Calidad en el Agua_oct.indd 1 24/10/10 23:15

Calidad en el Agua_oct.indd 2 24/10/10 23:15

Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial

Guía Pedagógica de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Bogotá, D.C. 2010

Calidad en el Agua_oct.indd 3 24/10/10 23:15

BEATRIZ URIBE BOTERO
Ministra de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial

CLAUDIA PATRICIA MORA PINEDA
Viceministra de Agua y Saneamiento

Participaron en la realización de esta guía
Funcionarios de la Fundación Dita Mari

Jorge Enrique Martinez Carvajal, Coordinador
Lina Fernanda Rivera Amado, Coordinadora
Kenneth Ochoa Vargas, Ingeniero Ambiental
Pilar Andrea Rivera Parra, Comunicadora Social
Eliana Aidú Londoño Álvarez, Correctora de Estilo
Christian Rebellón, Diseñador Gráfico
Nicka Vanegas, Ilustrador

Viceministerio de Agua y Saneamiento
Calle 37 No. 8 – 40
Teléfono: 3323434
Bogotá D.C., Colombia
www.minambiente.gov.co

Fundación Dita Mari
Calle 25b No. 40 – 73
Bogotá D.C., Colombia
www.fundacionditamari.org

Bogotá, D.C. 2010

Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Guía pedagógica de la calidad del agua para consumo humano / Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010
145p.
ISBN: _____
1. Agua potable 2.Calidad del agua 3. Control sanitario
4. Potabilización del agua 5. Análisis del agua 6. Material didáctico

Calidad en el Agua_oct.indd 4 24/10/10 23:15

Calidad del Agua para Consumo Humano



Libertad y Orden

República de Colombia
Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN
Presidente de la República

BEATRIZ URIBE BOTERO
Ministra de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial

CLAUDIA PATRICIA MORA PINEDA
Viceministra de Agua y Saneamiento

CLAUDIA LILIANA MEJÍA ACOSTA
Asesora en Política y Planificación Sectorial

FUNDACIÓN DITA MARI
Levantamiento de texto y diseño gráfico

APOYO TÉCNICO
María Elena Cruz Latorre, MAVDT
Armando Vargas Lievano, MAVDT

ISBN: _____

Calidad en el Agua_oct.indd 5 24/10/10 23:15

Tabla de Contenido

Siglas 9
Presentación 11
Introducción 12
Presentación de personajes 14

Capítulo 1
Descripción del proceso de abastecimiento de agua potable 16

Capítulo 2
Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano 42

a. El Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 43
b. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios 43
c. El Instituto Nacional de Salud 43
d. Direcciones departamentales, distritales y municipales de salud 45
e. Prestadores del servicio de acueducto 49
f. Justificación del control por parte de la persona prestadora 51
g. Usuarios 54

Capítulo 3
Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano 58

a. Características físicas 59
b. Características químicas 60
c. Características microbiológicas 74

Capítulo 4
Procesos básicos del control y la vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano 80

a. Procesos básicos de control 81
b. Procesos básicos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano por parte de la autoridad sanitaria 87

Calidad en el Agua_oct.indd 6 24/10/10 23:15

Capítulo 5
Plazos y seguimiento 98
- **a.** Plazos para adecuar los sistemas de suministro de agua para consumo humano a la característica de turbiedad 99
- **b.** Plazos que tienen las autoridades sanitarias y las personas prestadoras para realizar la vigilancia y el control de las características de carbono orgánico total, residual del coagulante utilizado, nitritos, fluoruros, *Giardia* y *Cryptosporidium* 99

Capítulo 6
Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano 104
- **a.** Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA) 105
- **b.** Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano (IRABAm) 110
- **c.** Mapa de riesgos de calidad del agua para consumo humano 119

Capítulo 7
Disposiciones comunes 124
- **a.** Sistemas de información 125
- **b.** Informe nacional de la calidad del agua 125
- **c.** Laboratorios de análisis de agua 125
- **d.** Concesiones de agua para consumo humano 126
- **e.** Análisis de vulnerabilidad 126
- **f.** Plan operacional de emergencia – Plan de contingencia 126
- **g.** Activación del plan de contingencia 127
- **h.** Declaratoria del estado de emergencia y de vuelta a la normalidad 127
- **i.** Sistemas de alarma 127
- **j.** Aplicación de medidas sanitarias de seguridad 128
- **k.** Certificación por competencias laborales 128

Bibliografía 136
Glosario 138
Anexos 142

Calidad en el Agua_oct.indd 7 24/10/10 23:15

Siglas y Acrónimos

COVE: Comité de Vigilancia Epidemiológica (departamentales, distritales y municipales)

CLOPAD: Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres

COT: Carbono Orgánico Total

CREPAD: Comité regional para la atención y prevención de desastres

INS: Instituto Nacional de Salud

IRABAm: Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano

IRCA: Índice de riesgo de calidad de agua para consumo humano

MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

MPS: Ministerio de la Protección Social

OMS: Organización Mundial de la Salud

PDA: Planes departamentales para el manejo empresarial de los servicios de agua y saneamiento

PICCAP: Programa interlaboratorio de control de calidad del agua potable

POT: Plan de ordenamiento territorial

RAS: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico

SIVICAP: Subsistema de vigilancia de la calidad de agua potable

SSPD: Superintendencia de servicios públicos domiciliarios

SUI: Sistema único de información

THM: Trihalometanos

UFC: Unidad formadora de colonia

UPC: Unidades de platino cobalto

VAS: Viceministerio de agua y saneamiento.

Calidad en el Agua_oct.indd 8 24/10/10 23:15

Presentación

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento, ha elaborado esta guía dirigida a los responsables de garantizar la calidad del agua para el consumo humano, de acuerdo con los lineamientos del Decreto 1575 de 2007 "Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano" y sus normas reglamentarias.

Con el propósito de lograr una total asimilación de la normativa asociada a este Decreto, es interés de este Ministerio, contar con una herramienta pedagógica de apoyo a la gestión de las personas prestadoras del servicio de acueducto y a las autoridades sanitarias que hacen su vigilancia, con el fin de disminuir o eliminar los riesgos a la salud de los consumidores por una deficiente calidad del agua para consumo humano.

Esta guía es la adaptación pedagógica de la normativa vigente y se soporta en la búsqueda de una mayor comprensión y aplicación de la misma, por parte de los actores involucrados en el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, teniendo en cuenta los cambios que se produjeron en algunas características físicas, químicas y microbiológicas señaladas en ella y la introducción de indicadores de riesgo de la calidad, para que la autoridad sanitaria emita concepto sobre el grado de cumplimiento de la norma y se tomen las medidas correctivas que sean del caso, si proceden.

Este material, acompañado de procesos de capacitación de multiplicadores, forma parte de las herramientas que serán entregadas a los departamentos, dentro del programa de Planes Departamentales para el manejo empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento, como parte de la estrategia de transferencia de programas a nivel departamental, para mayor cubrimiento a nivel local.

BEATRIZ URIBE BOTERO
Ministra de Ambiente,
Vivienda y Desarrollo Territorial

Calidad en el Agua_oct.indd 9 24/10/10 23:15

Introducción

Esta guía es una adaptación pedagógica de los documentos normativos sobre calidad del agua para consumo humano y tiene como fin servir como herramienta para la asistencia técnica, orientada principalmente a municipios pequeños y zonas rurales del país, en el marco de los Planes Departamentales para el manejo empresarial de los servicios de Agua y Saneamiento (PDA).

El texto se trabajó con base en el Decreto 1575 de 2007[1] y las Resoluciones 2115 de 2007, 811 de 2008 y 082 de 2009, expedidas conjuntamente por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las cuales se mencionarán solamente por su número en el presente documento. Además se consideraron las guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud, OMS.

Se espera que los usuarios de esta guía sean operarios de los sistemas de suministro de agua para consumo humano principalmente, así como los técnicos de la autoridad sanitaria competente, encargados de vigilar la calidad del agua para consumo humano o cualquier otra persona interesada en el tema.

La guía consta de siete capítulos, los cuales se componen de la siguiente forma:

- **Capítulo 1. Descripción del sistema de suministro de agua para consumo humano.** En este capítulo se realiza una presentación muy general del proceso que conlleva cualquier acueducto municipal. Se hace a manera de introducción para usuarios que no están familiarizados con el proceso completo de potabilización del agua, como también para el uso de personas que adoptarán esta guía como elemento pedagógico o de consulta.
- **Capítulo 2. Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano.** Es fundamental que los usuarios de esta guía tengan pleno conocimiento de quiénes son los involucrados en el proceso del aseguramiento de la calidad del agua para el consumo humano. Para ello, se relacionan las personas prestadoras del servicio de acueducto, las autoridades sanitarias y ambientales y los usuarios finales.
- **Capítulo 3. Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano, de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007.** Se presentan las características

1 Este decreto rige a partir de la fecha de su publicación y deroga el Decreto 475 de 1998.

Calidad en el Agua_oct.indd 10 24/10/10 23:15

físicas, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua para consumo humano.

- **Capítulo 4. Procesos básicos del control y la vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano.** En este aparte se exponen los procesos de control y vigilancia para los análisis físicos, químicos y microbiológicos que deben realizar los operarios de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y los técnicos de la autoridad sanitaria.
- **Capítulo 5. Plazos y seguimiento.** Se estipulan los plazos que tienen los operarios de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y la autoridad sanitaria, para implementar lo establecido en la Resolución 2115 de 2007.
- **Capítulo 6. Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.** Este es el núcleo de la guía. Allí se presentan, de forma simplificada, los indicadores requeridos para asegurar un servicio óptimo, así como los procedimientos de control y vigilancia necesarios en cualquier acueducto.
- **Capítulo 7. Disposiciones comunes.** Presenta elementos fundamentales que deben ser dominados por operarios de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y autoridades sanitarias para asegurar la prestación de un servicio en óptimas condiciones. Incluye, entre otros, una presentación general de los planes operacionales de emergencia y contingencia.

Es para el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – Viceministerio de Agua y Saneamiento (MAVDT–VAS) y la Fundación DITA MARI un agrado tener la oportunidad de presentar el resultado de este trabajo.

Calidad en el Agua_oct.indd 11 24/10/10 23:15

Nuestros Personajes...



Buen día, mi nombre es Marco Aguasclaras y voy a tener el placer de enseñar y responder inquietudes sobre el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, acompáñeme en este camino de enseñanza.

Calidad en el Agua_oct.indd 12 24/10/10 23:15

Calidad del Agua para Consumo Humano



Calidad en el Agua_oct.indd 13 24/10/10 23:15

Capítulo 1

Descripción del proceso de abastecimiento de agua potable

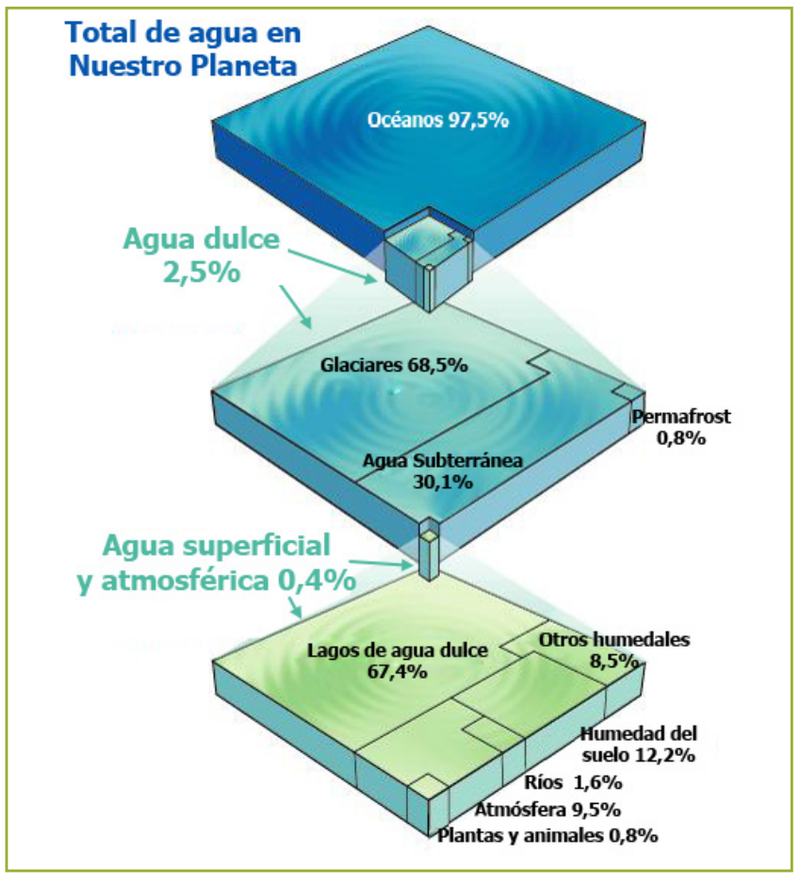


Es bien sabido que el agua es fuente de vida y por tal razón, asegurar que llegue en condiciones óptimas para los consumidores es una tarea que nos interesa a todos, especialmente a los prestadores del servicio y autoridades sanitarias. Sígame, vamos a conocer cómo funcionan los procesos de suministro de agua.

Calidad en el Agua_oct.indd 14 24/10/10 23:15

Comencemos por definir el agua como un compuesto incoloro, inodoro y sin sabor, que contiene hidrógeno y oxígeno bajo la fórmula química H_2O. Es un solvente universal y como resultado, entra en contacto con muchas sustancias naturales y artificiales mientras hace el recorrido por la atmósfera, el suelo y el subsuelo. Estas sustancias se conocen como impurezas y pueden ser desde organismos vivos hasta metales pesados, las cuales quedan suspendidas.

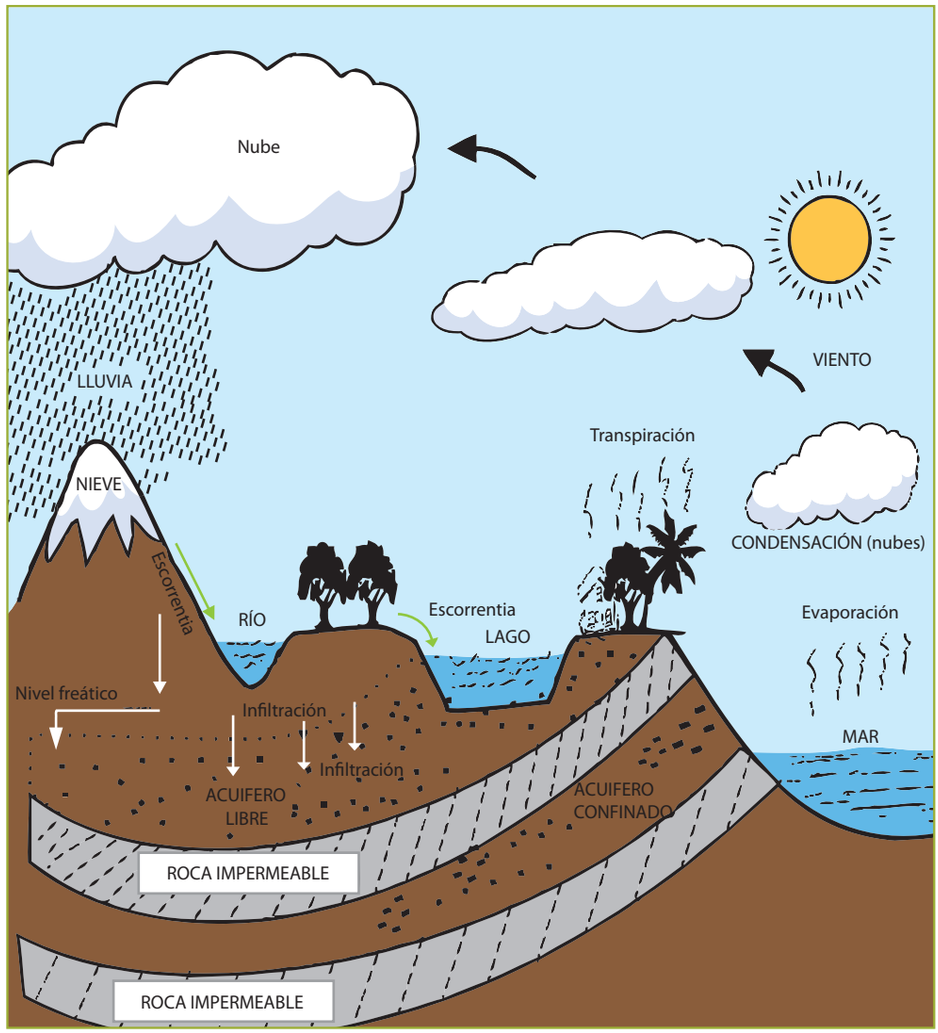
La cantidad de agua existente en el planeta es constante, aunque siempre está en continuo movimiento, cambiando de estado (sólido como hielo o nieve, líquido y gasoso como vapor de agua), en lo que se denomina el ciclo hidrológico del agua, cuyo motor principal es el sol. A continuación presentamos la disponibilidad del agua en el planeta.



Gráfica 1. Disponibilidad del Agua. Ministerio de Agricultura de Canadá.

Calidad en el Agua_oct.indd 15 24/10/10 23:15

El ciclo hidrológico del agua comienza con la evaporación del agua del mar y de los ríos y la transpiración de las plantas y animales, permitiendo que se genere el vapor de agua (o evapotranspiración), el cual asciende a la atmósfera hasta llegar a las capas más frías de ésta y se condensa en diminutas gotas de agua, formando las nubes que, con el viento, se trasladan de un sitio a otro.

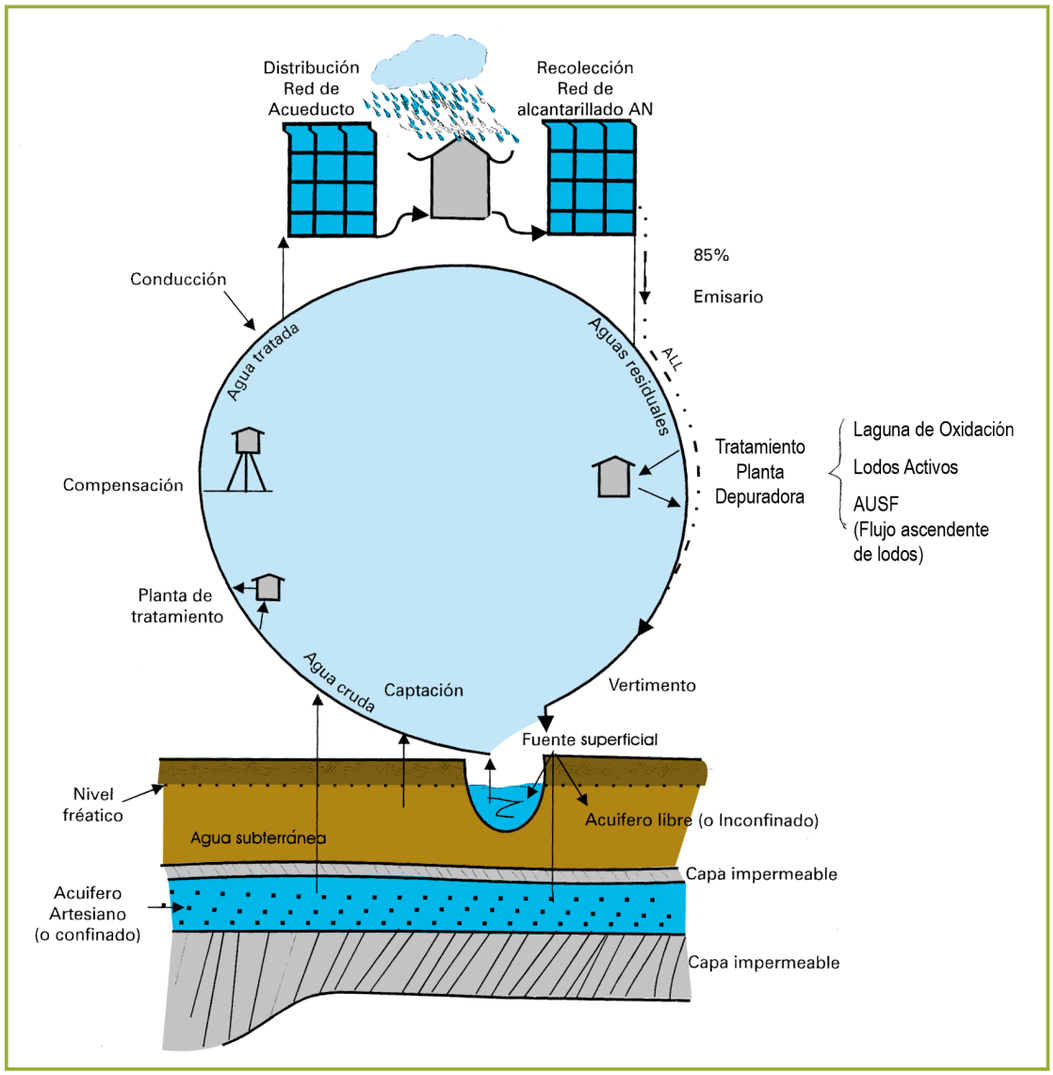


Gráfica 2. Ciclo hidrológico del agua.

Dadas diferentes condiciones de temperatura y presión que se encuentran en la atmósfera, las diminutas gotas de agua se van uniendo con unas más grandes y pesadas, en lo que se conoce como el fenómeno de coalescencia, permitiendo la precipitación en forma de lluvia, nieve o granizo, regando la vegetación y los suelos.

Calidad en el Agua_oct.indd 16 24/10/10 23:15

Una parte del agua se infiltra a través de los poros del suelo y alimenta los mantos acuíferos superficiales y los depósitos de agua profundos llamados tambien acuíferos confinados o libres. El agua que escurre por la superficie y los mantos sub-superficiales van a dar nuevamente a los ríos, lagos y al mar, permitiendo un nuevo inicio al ciclo. Nuestros nevados también contienen agua en forma de hielo que, dependiendo de la época del año, se derriten, alimentando los ríos en verano o conservándolos en invierno.



Gráfica 3. Ciclo de uso: abastecimiento y saneamiento.

Calidad en el Agua_oct.indd 17 24/10/10 23:15

Es importante considerar también el ciclo de uso del agua a través de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado. En este ciclo, captamos el agua de una fuente superficial, subterránea o de aguas lluvias, la potabilizamos, almacenamos y distribuimos hasta los usuarios (hogares, industria y comercio), a través de las redes de distribución del acueducto. Allí se usa y se entrega al sistema de alcantarillado a través de las redes de recolección, donde es transportada a las plantas de depuración de agua residual doméstica, antes de retornar a los medios acuáticos con características que no alteren significativamente su calidad.

Sin embargo, este último tema no lo trataremos en esta guía, dado que está enfocada a los sistemas de abastecimiento de agua potable, es decir, la primera parte del ciclo.

El agua para consumo humano está definida por el Decreto 1575 de 2007 como "aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal". El agua que puede captarse en: mares, ríos, lagos y océanos es conocida como agua superficial y la captada en acuíferos (depósitos subterráneos de agua) es conocida como agua subterránea.

Las impurezas que recoge el agua en su recorrido por el ciclo hidrológico, proporcionan sus características físicas, químicas y microbiológicas, las cuales pueden producir desde un mal sabor y problemas en la presentación estética (turbiedad, color), hasta enfermedades agudas y crónicas.

Existen diferentes alternativas tecnológicas para la potabilización del agua, las cuales buscan remover las impurezas e inactivar mediante la desinfección, los microorganismos patógenos. Con estas tecnologías se diseñan procesos, llevados a cabo en las plantas de potabilización o plantas de tratamiento, los cuales permiten mejorar las condiciones del agua, asegurando su calidad y cantidad. Estas hacen parte de los sistemas de suministro de agua potable para la población, los cuales son administrados por las empresas prestadoras de este servicio, de acuerdo con la Ley 142 de 1994 o Ley de los Servicios Públicos Domiciliarios.

Sin embargo, también es muy importante conservar y proteger la cuenca abastecedora de agua superficial y subterránea, en especial los sitios de recarga

Calidad en el Agua_oct.indd 18 24/10/10 23:15

de acuíferos para evitar su contaminación, ya que esto afecta no sólo los procesos de potabilización del agua, sino también las comunidades que se encuentran aguas abajo o en su área de influencia.



Fotografía 1: Conservación de cuencas, río Guavio.

Calidad en el Agua_oct.indd 19 24/10/10 23:15

Por otra parte, existe el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), el cual está orientado a la formulación y diseño de los sistemas de acueductos centralizados o soluciones colectivas, tanto en el contexto urbano como rural.

Este mismo Reglamento proporciona soluciones individuales apropiadas para la vivienda rural dispersa, donde no es posible llevar soluciones colectivas.

Para desarrollar estos sistemas, es fundamental hacer estudios previos como soporte del proceso, considerando todas las condiciones del contexto regional en el cual se va a desarrollar. La información mínima necesaria para diseñar los sistemas de suministro de agua para consumo humano es:

- Entidad prestadora del servicio.
- Entidades territoriales competentes donde se localiza el proyecto.
- Entidades de planeación.
- Entidad reguladora.
- Usos y demanda de agua (necesidades de la población).
- Estudios de estimación de la población.
- Oferta hídrica disponible en cantidad y calidad: diferentes fuentes de agua.
- Condiciones locales (estudio socioeconómico y características culturales).
- Cartografía básica de la zona del proyecto.
- Usos del suelo actual y futuro.
- Red de vías de carreteras y caminos veredales existentes y proyectadas.
- Planos de localización de redes e infraestructura existentes.
- Fotografías aéreas recientes de la zona del proyecto o restituciones topográficas con base en vuelos recientes.
- Aspectos ambientales.
- Ubicación del proyecto dentro de los planes de ordenamiento territorial.

Calidad en el Agua_oct.indd 20 24/10/10 23:15

Adicionalmente es importante considerar los siguientes aspectos, los cuales están descritos detalladamente en el RAS, mencionado anteriormente:

- Descripción del entorno.
- Estimado de la población que se atenderá.
- Consumos de agua no residenciales.
- Características socioeconómicas de la población.
- Estudios de la oferta y demanda de agua.
- Identificación de fuentes de abastecimiento.
- Diseño de la planta de tratamiento (caudales, tuberías, tanques, estructuras y sistema de tratamiento, entre otros).
- Generación de informes (memorias de cálculo, especificaciones técnicas, manuales de operación y mantenimiento).

En Colombia, la mayor parte del agua que abastece los sistemas de acueducto es captada superficialmente. De acuerdo con sus características físicas, químicas y microbiológicas, se potabiliza con todos los procesos recomendados para remover los sólidos suspendidos y sedimentables e inactivar los microorganismos patógenos, mediante desinfección con cloro o derivados de éste. Estas plantas se denominan de ciclo completo y comprenden, por lo general, los siguientes componentes:

1) Fuente de abastecimiento: se recomienda hacer visitas periódicas de inspección sanitaria a la cuenca y a las fuentes aguas arriba de la bocatoma.



Fotografía 2. Captación de agua con bombeo. Embalse San Rafael. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB.

Calidad en el Agua_oct.indd 21 24/10/10 23:15



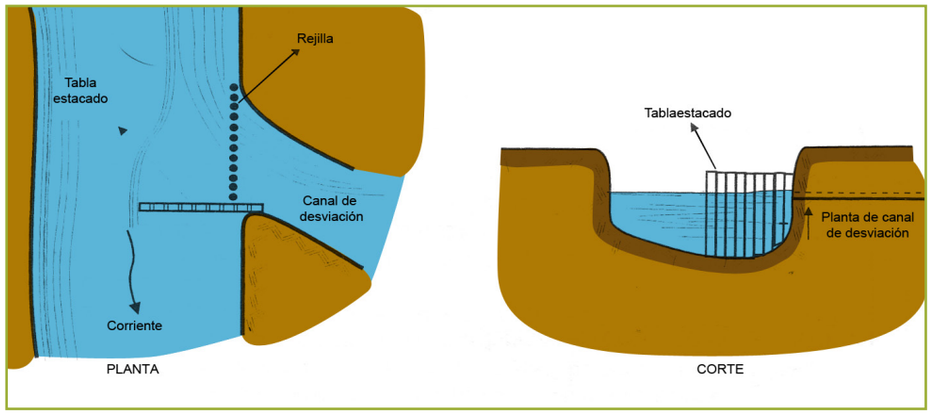
Fotografía 3. Operario (bocatomero) limpiando la rejilla.



Fotografía 4. Bocatoma Guacamayas Boyacá.

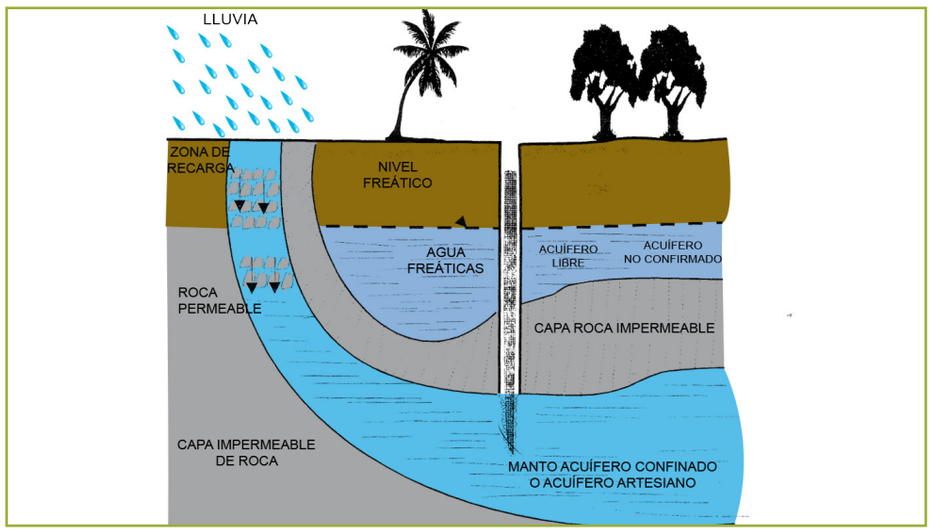
Calidad en el Agua_oct.indd 22 24/10/10 23:15

2) Captación de agua cruda: si es de agua superficial, se hace mediante bocatomas, las cuales están dotadas de rejas o cribas, cuyo propósito es retener sólidos de gran tamaño como ramas, piedras y otros objetos gruesos que transporta el agua.



Gráfica 4. Captación de agua superficial.

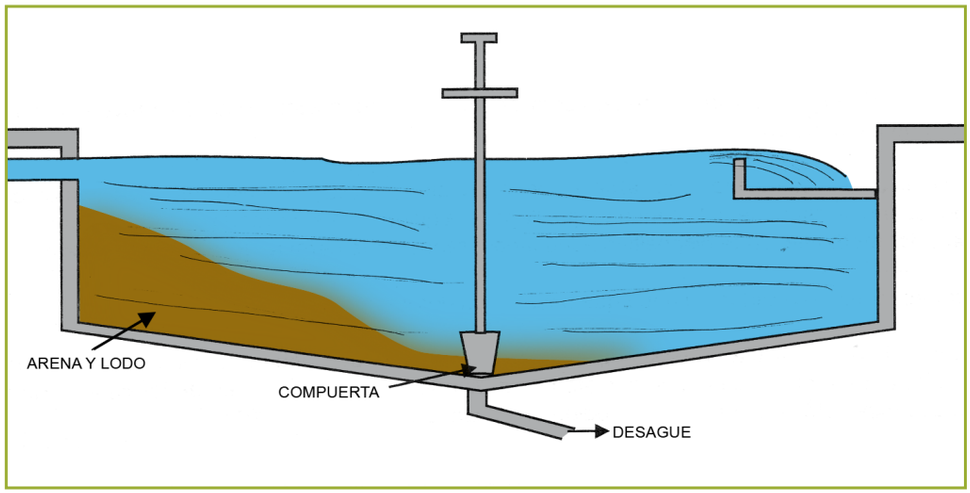
Si la captación es de agua subterránea, se hace a través de pozos profundos, con o sin bombeo, dependiendo del nivel del agua disponible, con relación a la tubería de aducción. Estos pozos profundos están dotados tambien de filtros para retener la arena del subsuelo.



Gráfica 5. Captación de agua subterránea.

Calidad en el Agua_oct.indd 23 24/10/10 23:15

3) Desarenación: se hace a través de estructuras rectangulares que tienen como objeto disminuir la velocidad del agua para decantar las partículas más pesadas que transporta el agua, como arena, ramas y lodo, entre otros.



Gráfica 6. Desarenación.

4) Líneas de aducción: son conductos cerrados o abiertos, cuyo propósito es transportar el agua cruda, libre de arena y material de arrastre en un tratamiento primario, hasta la planta de potabilización. Generalmente están diseñadas para trabajar hidráulicamente a flujo libre.

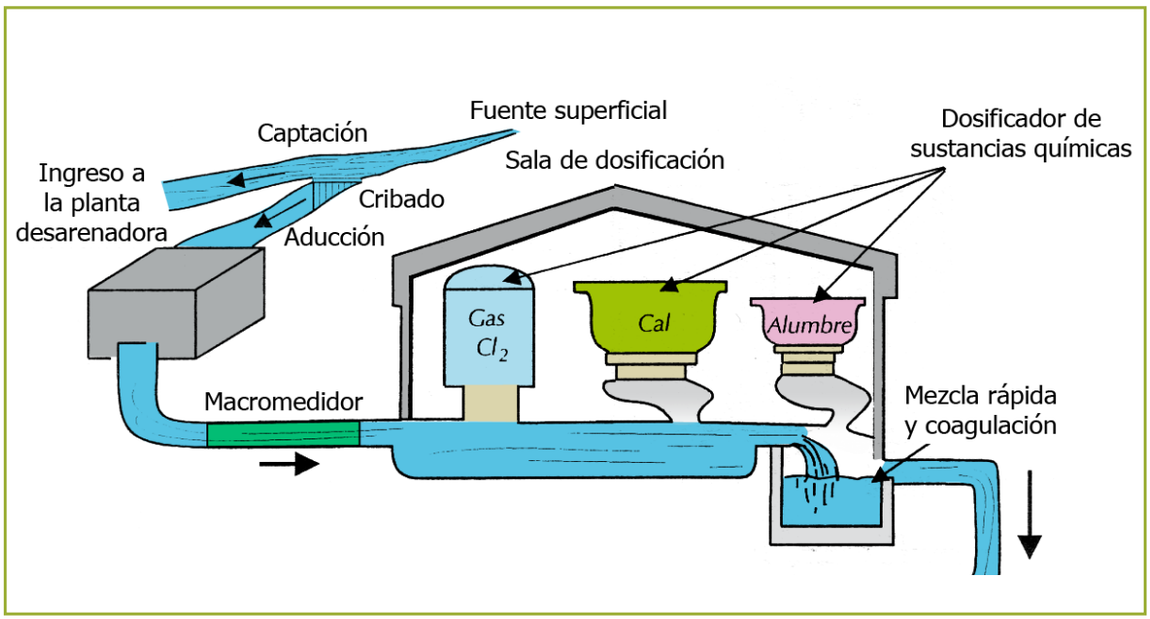
5) Planta de tratamiento propiamente dicha: es una instalación de tipo industrial que tranforma la materia prima, en este caso el agua cruda, en agua potable, apta para ser consumida por la población. En estas instalaciones, y de acuerdo con las características físicas, químicas y microbiológicas del agua cruda, se aplican técnicas para remover la turbiedad, el color, las bacterias, los virus, los parásitos e impurezas químicas.

Los pasos que recorre el agua en estas plantas de potabilización son:

a) Medición del caudal: los macromedidores que pueden ser mecánicos o hidráulicos, como las canaletas *Parshall* y los vertederos, son importantes en el proceso para tener certeza sobre el caudal de agua cruda que se va a tratar. Proporcionan el dato inicial en litros por segundo o metros cúbicos por día, para calcular la cantidad de productos químicos que se deben agregar continuamente al agua, a partir de los ensayos de tratabilidad o ensayo de jarras.

Calidad en el Agua_oct.indd 24 24/10/10 23:15

b) Dosificación de coagulantes y alcalinizantes: dosificar es la acción de agregar al caudal de entrada una cantidad exacta y continua de un producto químico predeterminado, mediante ensayos como el de la prueba de jarras, con el fin de obtener unos resultados definidos después de cada proceso. El coagulante se agrega al agua con el propósito de producir una desestabilización y posterior aglutinación de los sólidos en suspensión en el agua. En algunas ocasiones, es necesario añadir alcalinizantes como la cal, para mejorar las condiciones de coagulación, especialmente, cuando la alcalinidad del agua es muy baja. En algunos otros casos también se agregan polímeros sintéticos para mejorar la eficiencia de la sedimentación.

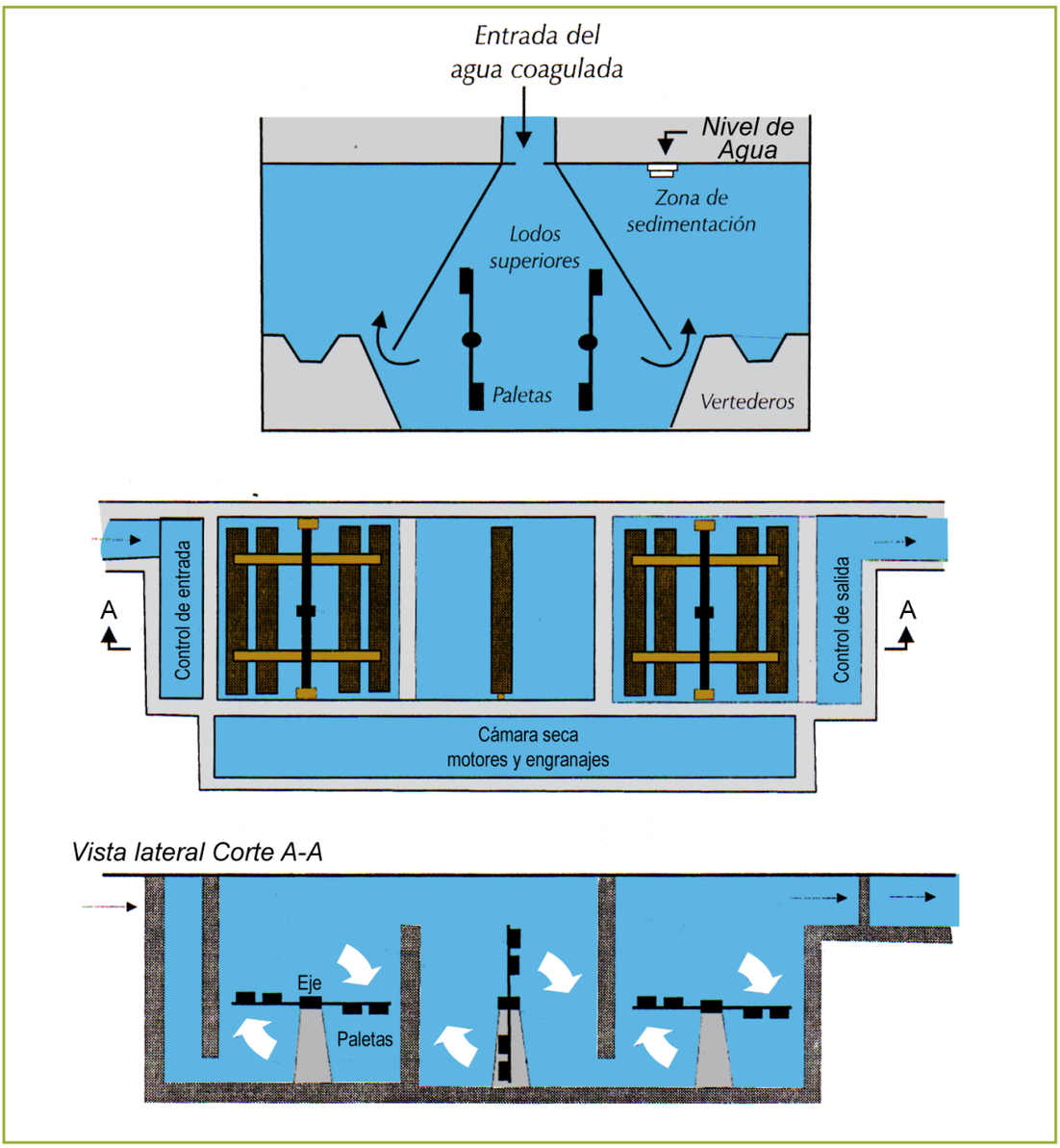


Gráfica 7. Aducción y dosificación.

c) Mezcla rápida y coagulación: el coagulante agregado al caudal de agua cruda debe mezclarse rápidamente. Para lograr esto, se requiere de una agitación vigorosa que genere turbulencia en el flujo de agua, para lograr el efecto deseado, es decir, que la totalidad del coagulante se mezcle con el agua para iniciar la formación de micro flóculos. La mezcla rápida puede ser mediante agitadores mecánicos o se puede hacer en el resalto hidráulico de la canaleta *Parshall.*

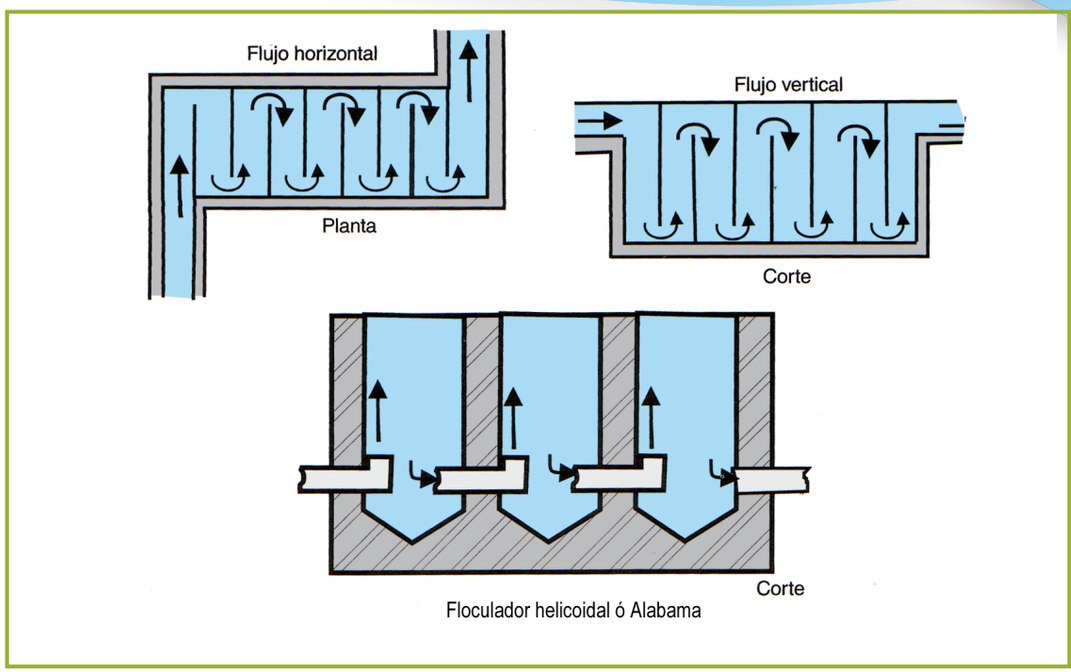
Calidad en el Agua_oct.indd 25 24/10/10 23:15

d) Floculación: es un proceso de agitación suave y continuo del agua, para que el coagulante forme los flóculos, que pueden ser removidos fácilmente en el proceso de la sedimentación, que sigue a continuación. Al igual que la mezcla rápida, la agitación puede ser mecánica, mediante paletas que se mueven lentamente alrededor de un eje, o hidráulica, mediante deflectores de velocidad como se indica en las siguientes figuras.



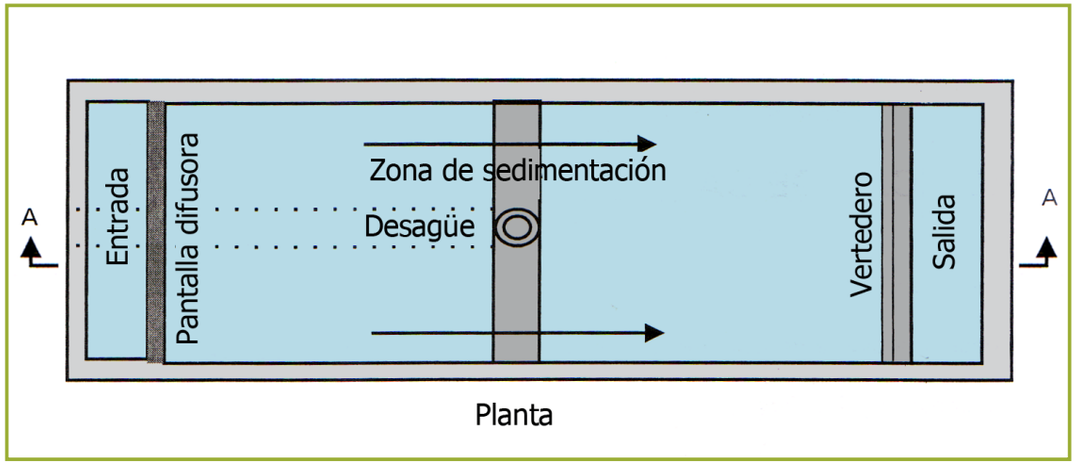
Gráfica 8. Floculación mecánica.

Calidad en el Agua_oct.indd 26 24/10/10 23:15



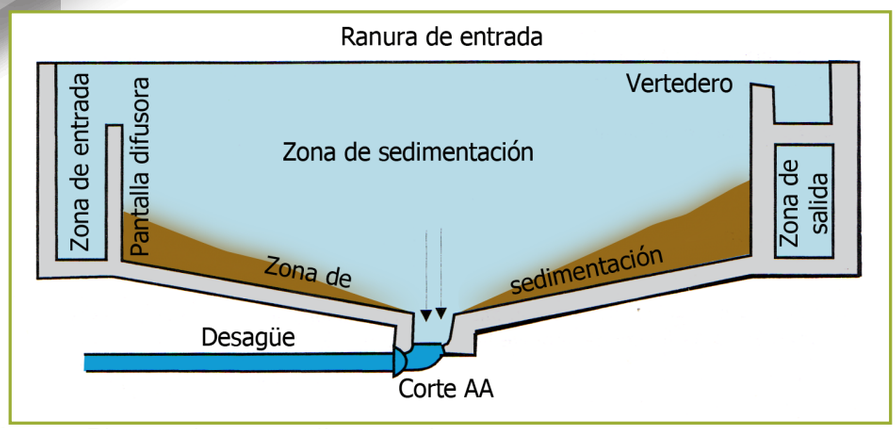
Gráfica 9. Floculación hidráulica.

e) Sedimentación: con ésta se busca remover por lo menos el 80% de la turbiedad y el color, que no fue removido en el tratamiento primario (desarenación) pero que ya aglutinados en flóculos (o grumos) se precipitan al fondo del sedimentador porque allí la velocidad es mínima, prácticamente cero (0).



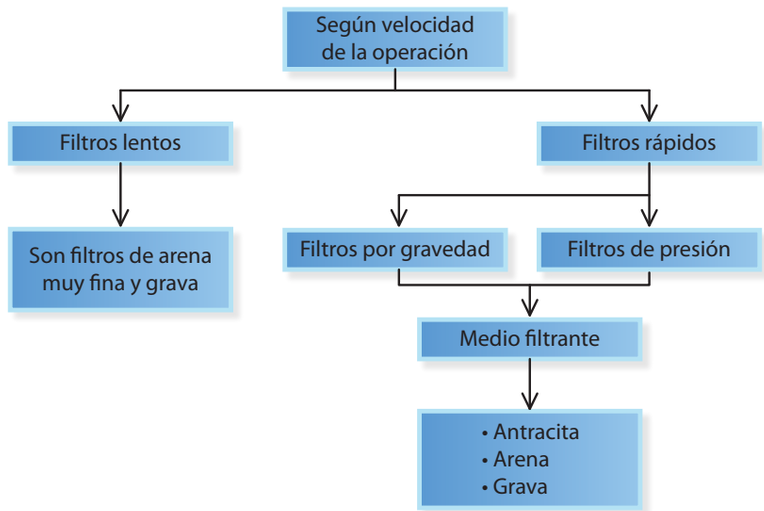
Gráfica 10. Planta de un sedimentador.

Calidad en el Agua_oct.indd 27 24/10/10 23:15



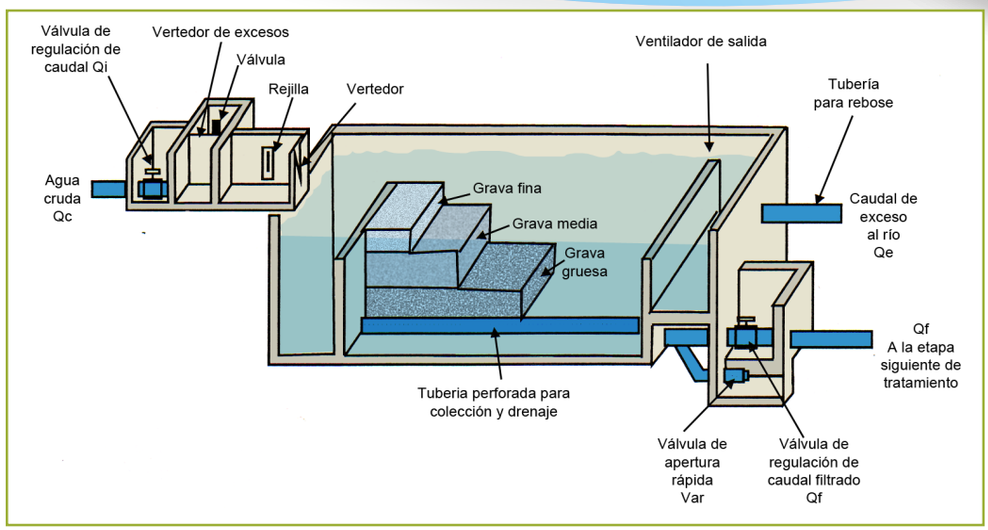
Gráfica 11: Planta de un sedimentador.

f) Filtración: consiste en retener las partículas suspendidas y coloidales que no se decantaron en el sedimentador, haciéndolas pasar a través de un medio poroso. Es una de las principales operaciones que se realizan en toda planta de tratamiento y tiene por objeto remover microorganismos patógenos, como bacterias, parásitos y vírus, así como la turbiedad y el color remanentes. Para llevar a cabo la filtración, se usan estructuras llamadas filtros. Existen dos clases de filtración: la lenta o biológica y la rápida. Su diferencia radica en la velocidad con la que se lleva a cabo el proceso.

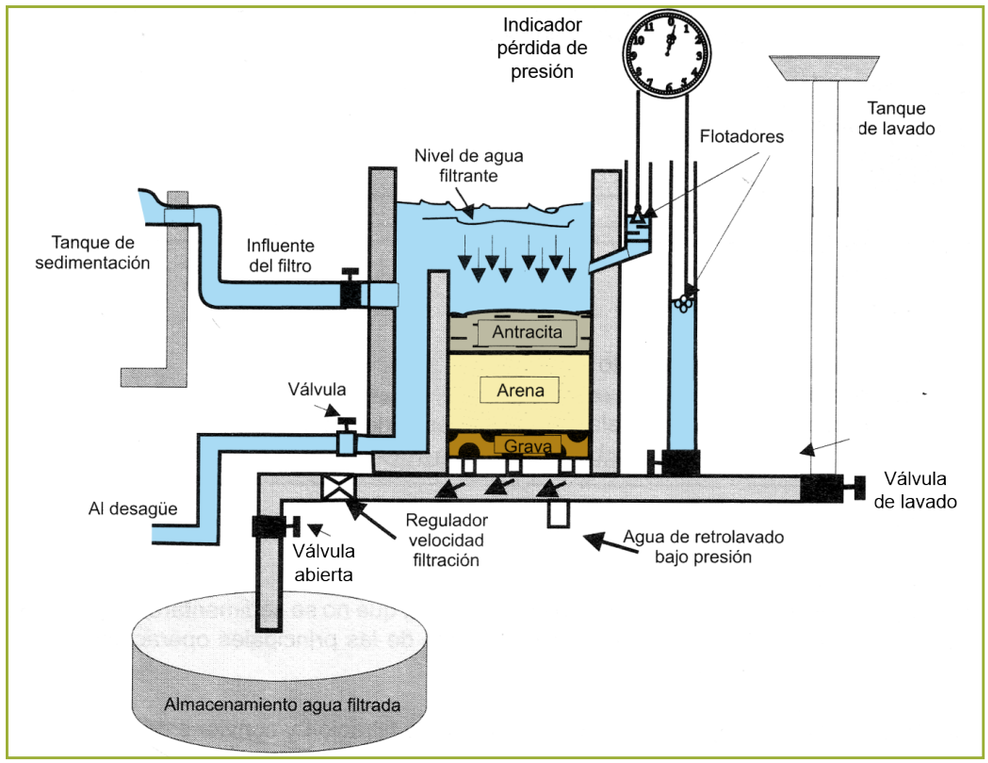


Gráfica 12. Tipos de filtros

Calidad en el Agua_oct.indd 28 24/10/10 23:15



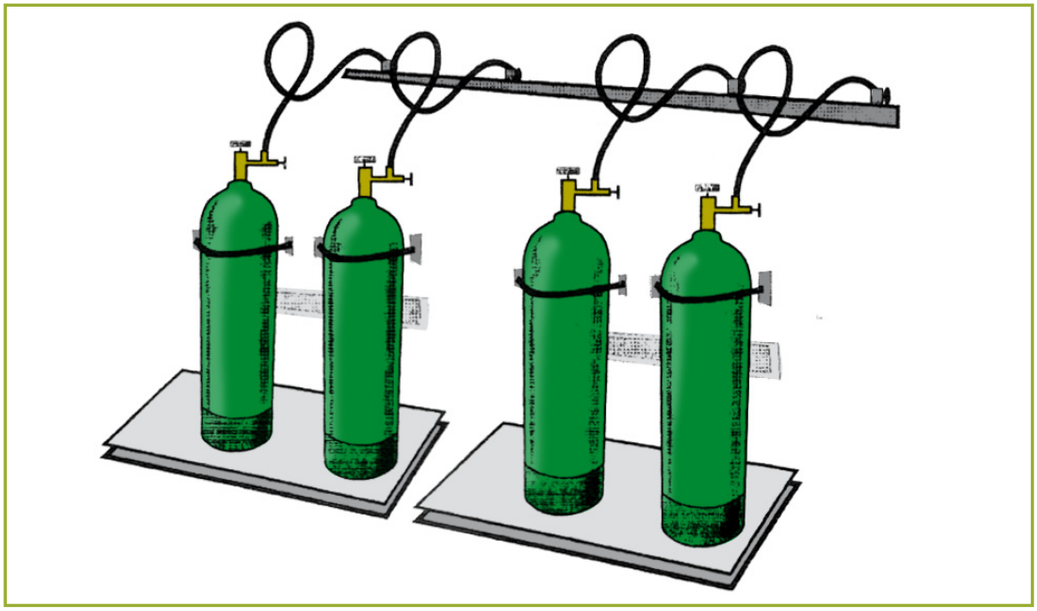
Gráfica 13. Filtro lento o biológico.



Gráfica 14. Filtro rápido. MAVDT – VAS.

Calidad en el Agua_oct.indd 29 24/10/10 23:15

g) Desinfección. utilizando cloro o sus derivados, tales como sales hipoclorosas (hipoclorito de calcio o de sodio), se busca inactivar (eliminar) los microorganismos patógenos que no fueron removidos en los procesos anteriores. Finalmente, el pH del agua debe ser estabilizado con una sustancia alcalinizante como la cal a un valor próximo a 7 en una escala de 1 a 14.



Gráfica 15. Presentación del cloro gaseoso.



¡¡Alerta!!

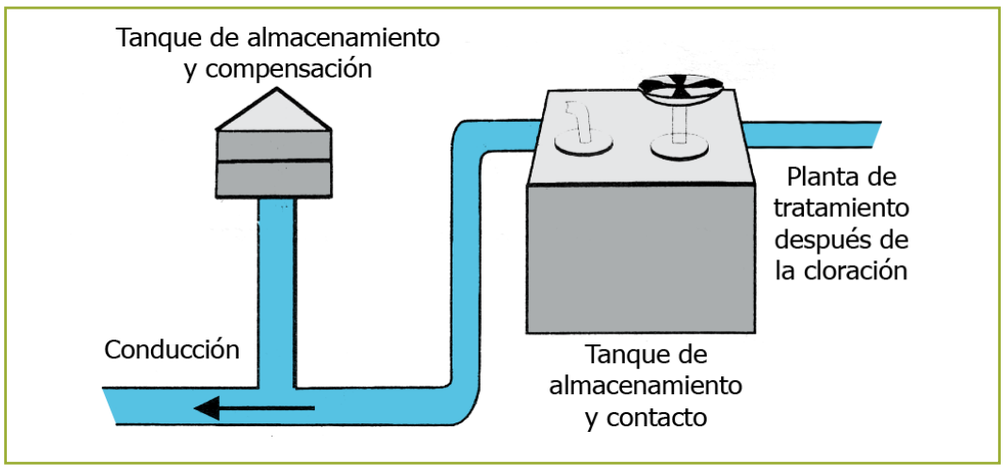
El cloro es un producto químico que debe ser manejado con mucho cuidado por parte de los operadores de las plantas de tratamiento, debido a sus efectos altamente corrosivos y su potencial de intoxicación. En la red de distribución cumple un papel clave de desinfectante ante cualquier contaminación microbiológica.

6) Conducción: el agua ya tratada y desinfectada es conducida a presión ya sea por gravedad o con ayuda de una estación de bombeo por una tubería de conducción hasta la red de distribución del municipio, la cual está conformada por tuberías matrices o primarias (las de mayor diámetro) y secundarias o de

Calidad en el Agua_oct.indd 30 24/10/10 23:15

distribución, de acuerdo con el tamaño del diámetro. Es importante instalar un macromedidor mecánico a la salida de la planta de tratamiento para medir el volumen de agua tratada y poder contabilizar el agua, dato importante para el balance hidráulico. Esto es necesario para determinar el agua que se consume, la que se mide en los micromedidores y las pérdidas técnicas (fugas, desperdicios y conexiones ilegales).

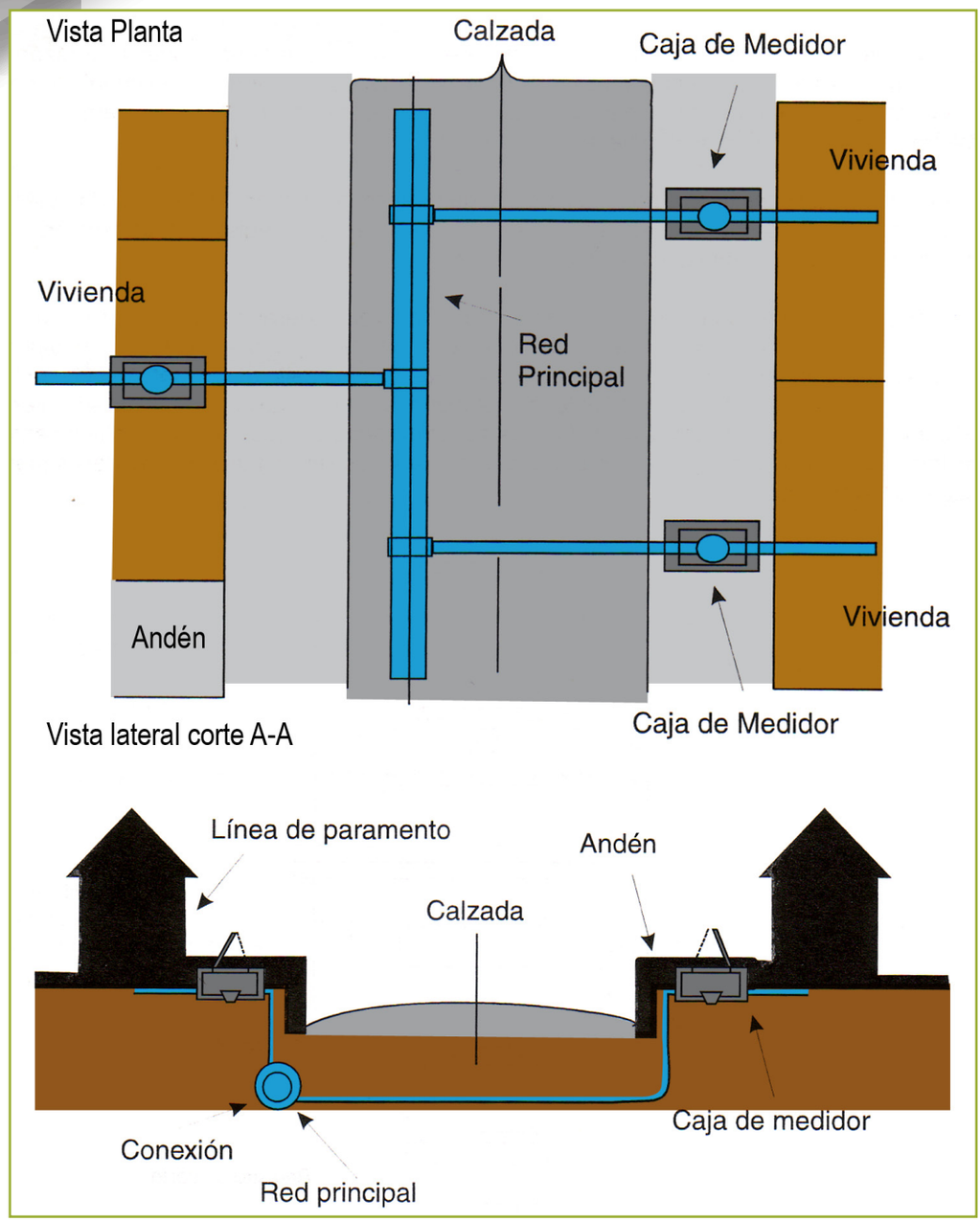
7) **Tanques de compensación y almacenamiento:** son grandes depósitos de agua construidos normalmente en mampostería de concreto y ocasionalmente en metal, cuyo propósito es almacenar el agua y compensar las demandas de este líquido. Por la noche, cuando hay baja demanda, se llenan y de día se van desocupando en la medida que aumenta la demanda.



Gráfica 16. Tanques de contacto, almacenamiento y compensación. Línea de conducción.

8) **Red de distribución:** constituida por tuberías matrices o primarias que disminuyen su diámetro para mantener la presión. La distribución del agua a presión se realiza mediante tuberías secundarias instaladas frente a las viviendas interconectadas a través de acometidas, que pasan por un medidor de caudal (contador para micromedición) instalado frente a cada casa o apartamento. Este contador sirve para determinar el volumen de agua consumido en cada vivienda en un periodo de tiempo que, por lo general, es un mes y es la base para que la empresa prestadora del servicio de acueducto municipal pueda cobrar, mediante factura, el consumo de agua de cada hogar y local comercial o industrial.

Calidad en el Agua_oct.indd 31 24/10/10 23:15



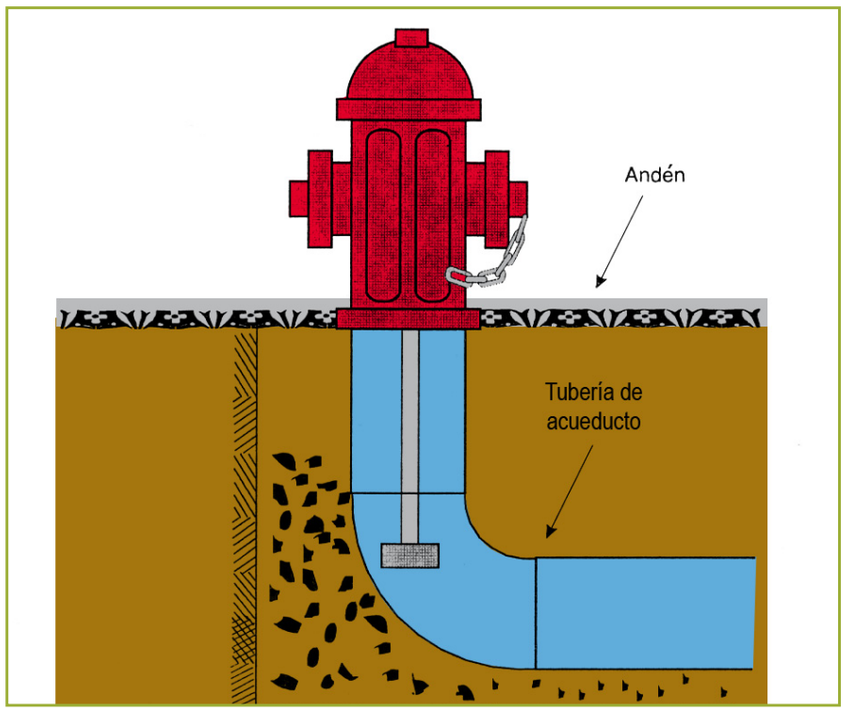
Gráfica 17. Redes de distribución.

Dependiendo de la topografía del casco urbano o centro poblado, en algunos sistemas es necesario instalar estaciones de bombeo para elevar el agua a las partes más altas de la población. Las redes de tuberías de conducción y distribución, pero en especial esta última, tienen instaladas

Calidad en el Agua_oct.indd 32 24/10/10 23:15

válvulas y accesorios de control que sirven para mantener niveles de servicio que proveen una presión del agua constante.

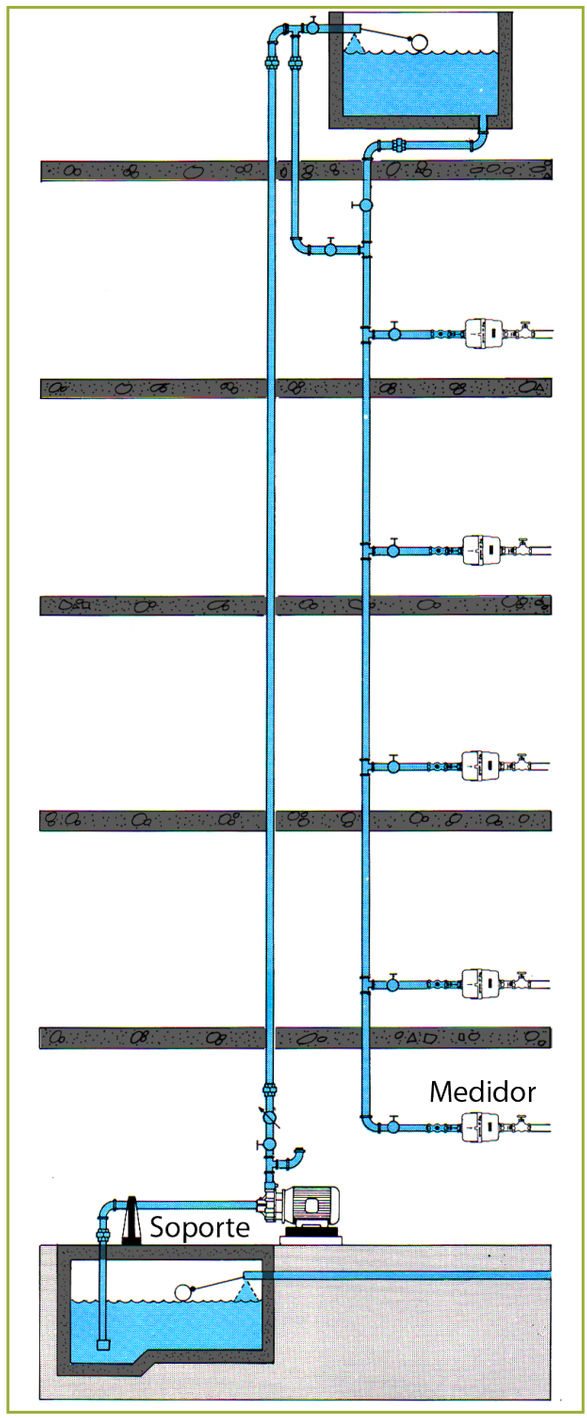
También, en sitios estratégicos y conectados a estas redes de distribución, se encuentran los hidrantes, los cuales son aparatos para que, en caso de incendio, el cuerpo de bomberos local pueda extraer agua a presión. Los bomberos conectan a estos hidrantes sus mangueras, y con la presión de las tuberías, más la que proporciona la máquina de bomberos, proveen la cantidad de agua necesaria para sofocar los incendios.



Gráfica 18. Esquema de un hidrante de torre.

9) Las instalaciones: interiores o hidrosanitarias de las viviendas, edificios, almacenes, fábricas y centros comerciales, deben estar diseñadas y operadas de tal forma que no se vaya a presentar contaminación al interior de ellas, por diseños defectuosos, tal como lo establece el artículo 10 del Decreto 1575 de 2007. Los tanques de almacenamiento intradomiciliarios deben ser sometidos por los usuarios a procedimientos periódicos de limpieza, para evitar que después de todo el esfuerzo para potabilizar el agua, está se contamine en las casas.

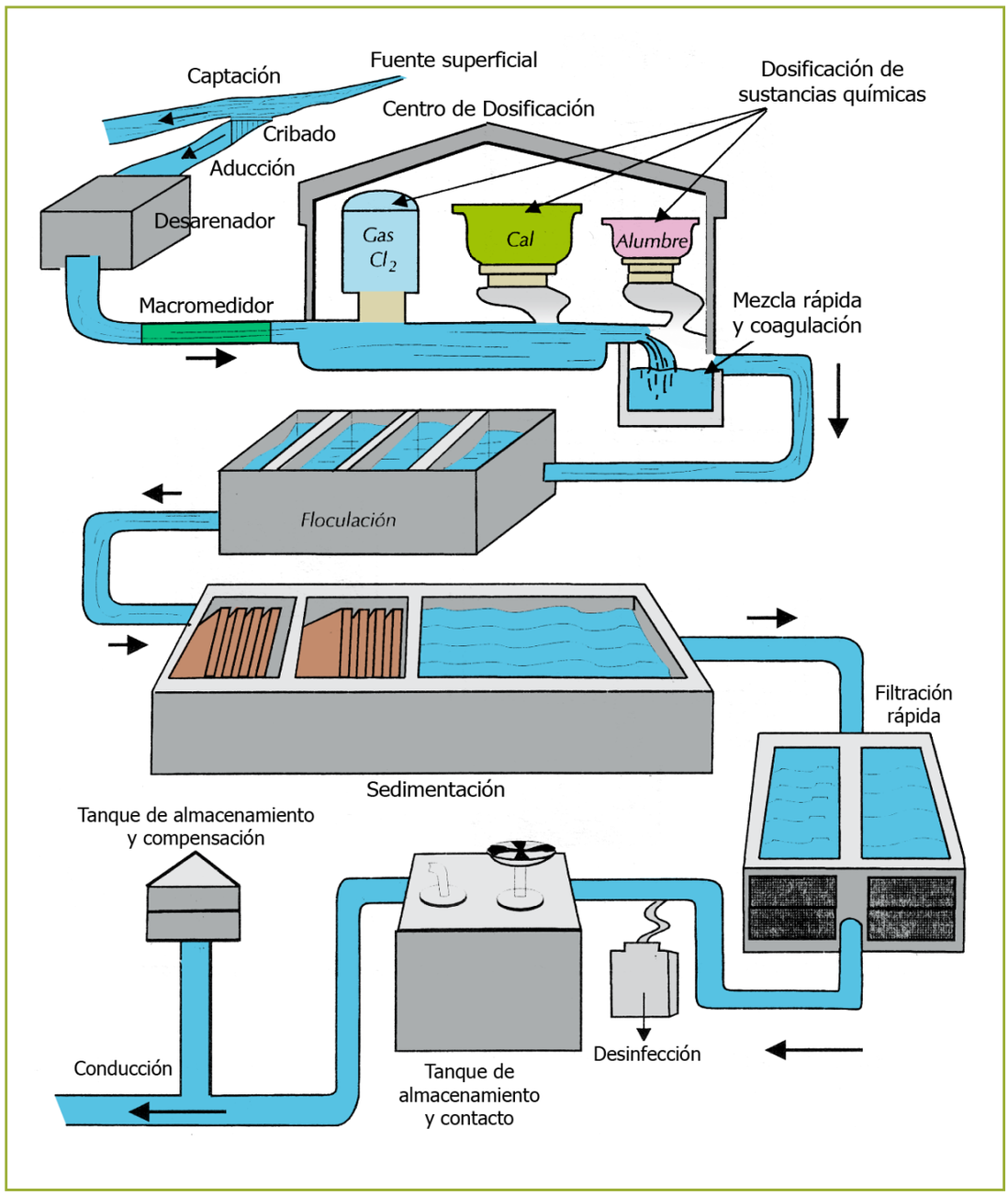
Calidad en el Agua_oct.indd 33 24/10/10 23:15



Gráfica 19. Esquema de instalación interior de agua de un edificio. El arte de construir el agua. Ing. R. Perez C.

Calidad en el Agua_oct.indd 34 24/10/10 23:15

A continuación se presenta una ilustración que resume el proceso general de una planta de potabilización de agua convencional y de ciclo completo.



Gráfica 20. Esquema de una planta de tratamiento de ciclo completo.

Calidad en el Agua_oct.indd 35 24/10/10 23:15



¿Qué hemos aprendido?

El agua es fundamental para los seres humanos. Lo invitamos a resolver las siguientes preguntas. Recuerde que si algo no está claro, puede devolverse al Capítulo 1 para encontrar las respuestas.

Complete

1. De acuerdo con el Decreto 1575 de 2007, el agua para consumo humano está definida como: _____
_____
_____

2. Del total del agua de nuestro planeta encontramos:



Océanos: _____%

Agua dulce: _____%

Agua superficial y atmosférica: _____%

3. Del total de agua dulce encontramos

Lagos de agua dulce: _____%

Atmósfera: _____%

Ríos: _____%

4. El ciclo hidrológico del agua comienza con la _____ del agua del _____, los _____ y la _____ de las plantas y animales.

5. En el ciclo de uso del agua, _____ el agua de una fuente _____, _____ o de aguas lluvia.

6. La _____, _____ y distribuimos hasta los _____ (hogares, industria y comercio), a través de las _____ de distribución.

Calidad en el Agua_oct.indd 36 24/10/10 23:15

7. Falso o verdadero.

De acuerdo con el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS), para desarrollar proyectos de sistemas de acueductos, es necesario conocer información sobre:

a. Entidad prestadora del servicio

b. Entidad reguladora

c. Uso anterior del suelo

d. Cartografía de los municipios cercanos

e. Ubicación del proyecto con relación a los planes de ordenamiento territorial

8. Falso o verdadero.

a. La captación de agua se puede hacer de fuentes superficiales.

b. La desarenación tiene por objeto medir los caudales.

c. Las líneas de aducción son conductos para transportar agua tratada a las redes de distribución.

d. Dosificar es la acción de agregar una cantidad exacta de un producto químico para producir desestabilización.

e. La floculación es un proceso de agitación suave y continuo del agua para que el coagulante forme flóculos.

f. Con la sedimentación se busca remover por lo menos el 50% de la turbiedad y el color que no fue removido en el tratamiento primario o desarenación.

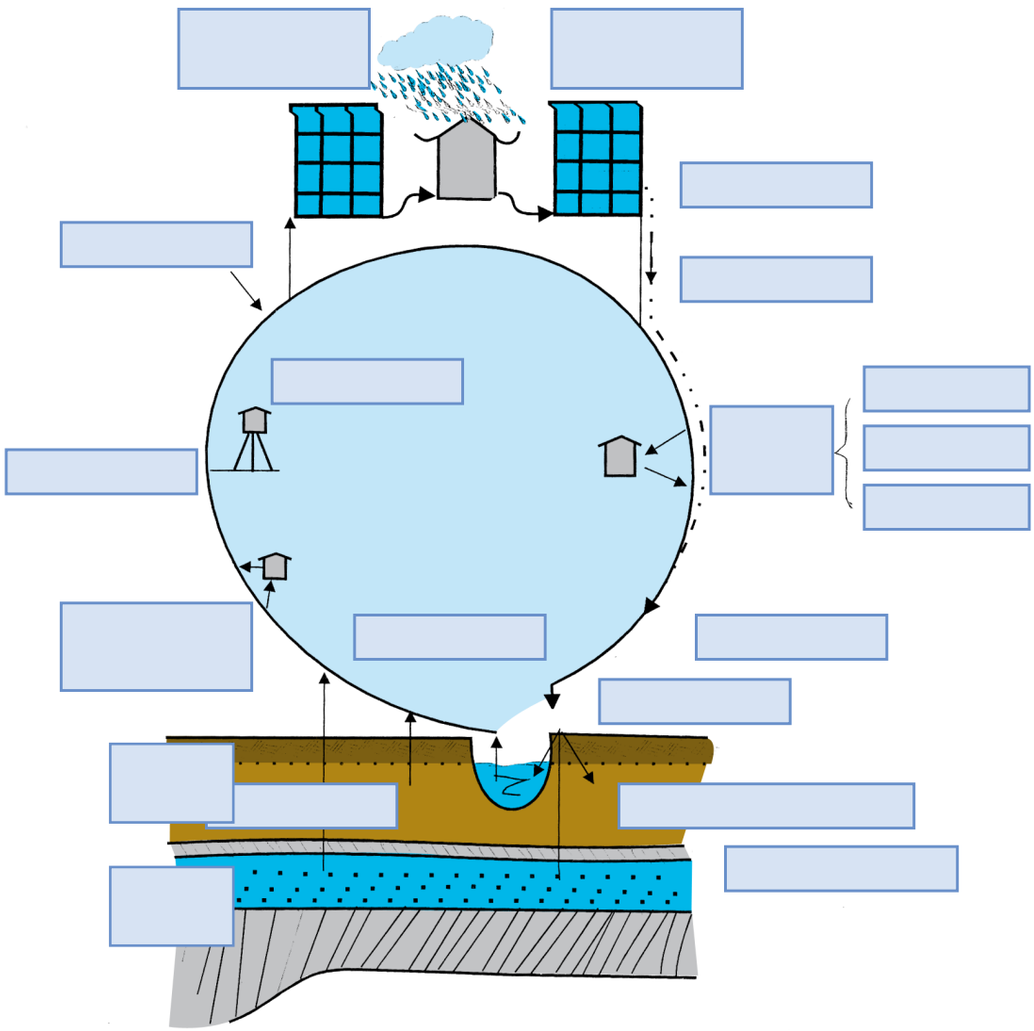
g. La filtración es una de las principales operaciones de las plantas de tratamiento para remover microorganismos patógenos.

h. Para la desinfección se usa, generalmente, cloro o alguno de sus derivados.

i. La red de distribución está constituida por tuberías matrices o primarias que van aumentando de diámetro para mantener la presión.

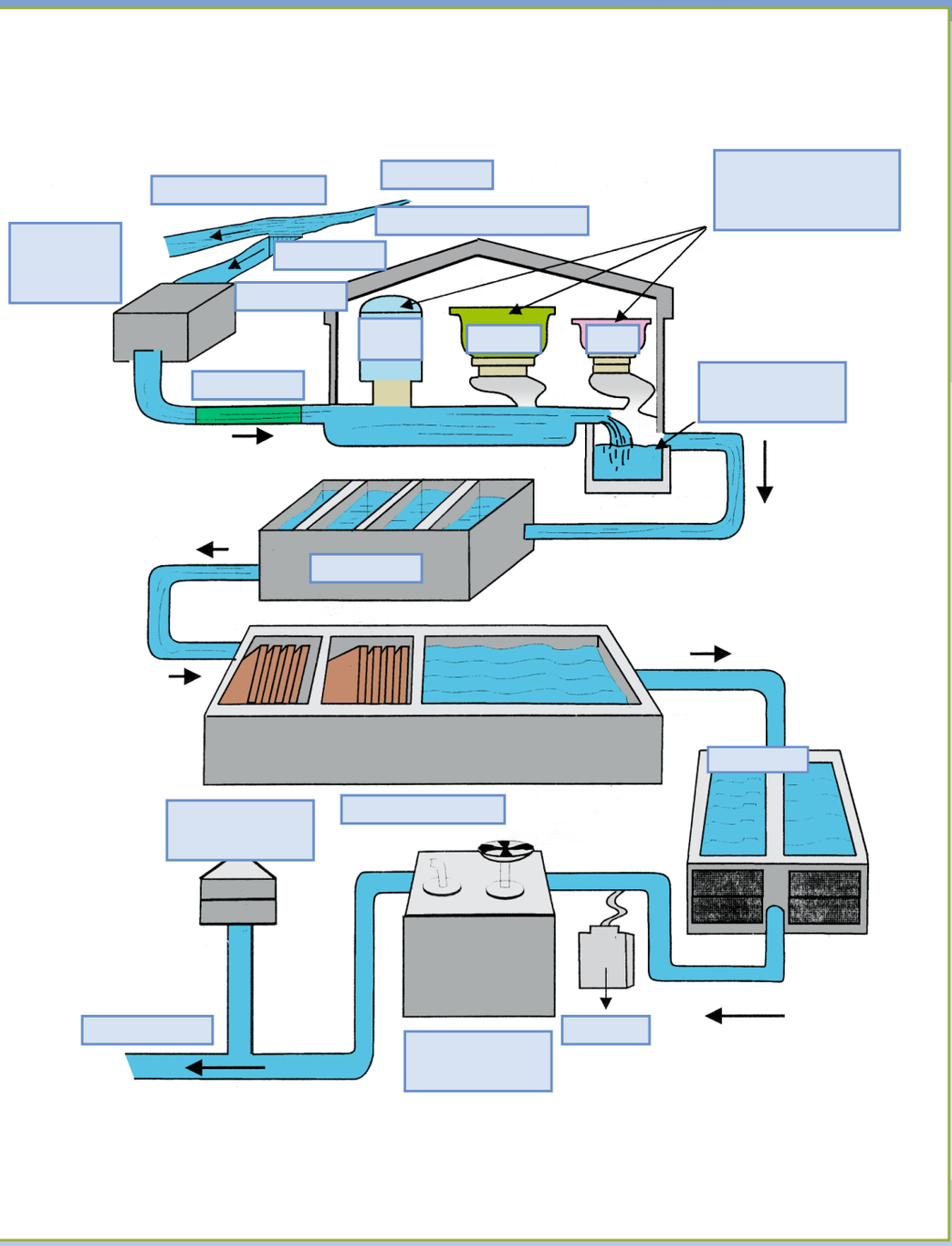
Calidad en el Agua_oct.indd 37 24/10/10 23:15

8. Complete el siguiente diagrama (resumen del proceso general)



Calidad en el Agua_oct.indd 38 24/10/10 23:15

9. Complete el siguiente diagrama (resumen del proceso general)

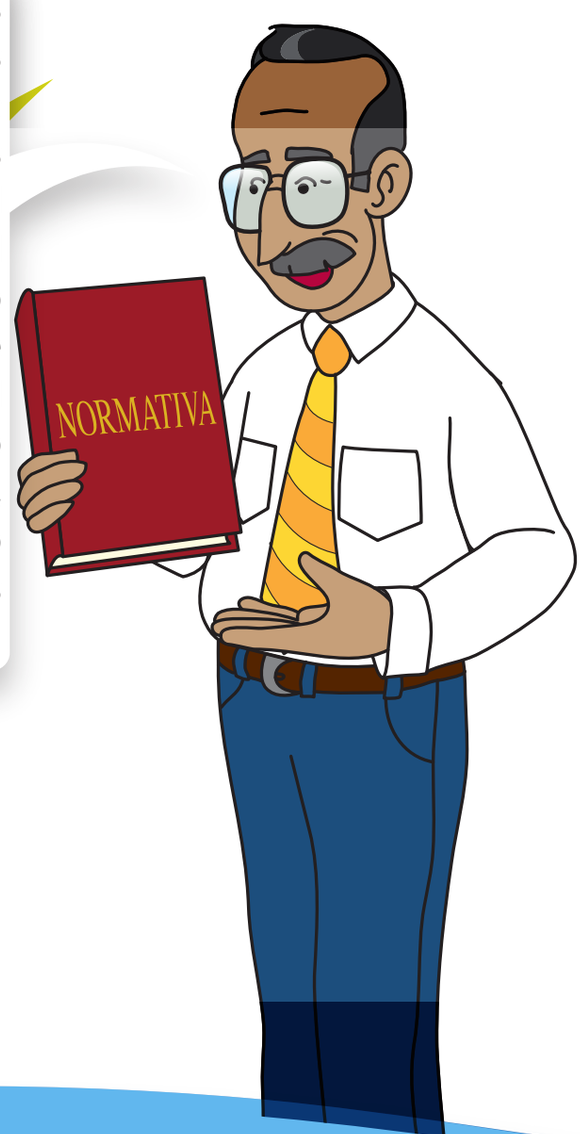


Calidad en el Agua_oct.indd 39 24/10/10 23:15

Capítulo 2

Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano

El control de la calidad del agua para consumo humano en nuestro país es responsabilidad de las personas prestadoras de este servicio; mientras que su vigilancia e inspección es una tarea de diferentes instituciones y actores, tales como: el Ministerio de la Protección Social (MPS), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), el Instituto Nacional de Salud (INS) y, en el ámbito local, de las Direcciones Departamentales, Distritales y Municipales de Salud. Cada uno de ellos cumple con funciones específicas que conoceremos a continuación.



Calidad en el Agua_oct.indd 40 24/10/10 23:15

a. El Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Conjuntamente deben desarrollar las siguientes acciones, de acuerdo con el artículo 5 del Decreto 1575 de 2007:

- Establecer y reglamentar, por medio de decretos y resoluciones, las características físicas, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua para el consumo humano.
- Diseñar los modelos conceptuales, técnicos, operativos y de protocolos o pasos a seguir, que sean requeridos para garantizar el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.
- Diseñar la guía de criterios y actividades mínimas que deben contener los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgos y los planes de contingencia.
- Evaluar los resultados de la implementación de las normas referentes a la calidad del agua para consumo humano, por parte de las autoridades competentes.

b. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

De acuerdo con el artículo 6 del Decreto 1575 de 2007, es la autoridad competente para iniciar las investigaciones administrativas e imponer las sanciones a las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, por el incumplimiento de las disposiciones del decreto mencionado anteriormente y en los actos administrativos que lo desarrollen, sin perjuicio de la competencia de la autoridad sanitaria en dicha materia.

c. El Instituto Nacional de Salud

De acuerdo con el artículo 7 del Decreto 1575 de 2007, está encargado de cumplir con las siguientes acciones:

- Coordinar la Red Nacional de Laboratorios para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano, brindando orientaciones a los laboratorios que presten el servicio de los análisis físicos, químicos y microbiológicos.

Calidad en el Agua_oct.indd 41 24/10/10 23:15

- Establecer los requisitos necesarios para la realización de la validación o revalidación de métodos analíticos que se comercialicen en el mercado, o nuevas tecnologías introducidas, solicitados por las entidades que lo requieran.
- Realizar revisiones de las metodologías analíticas validadas por los laboratorios que las aplican al análisis del agua para consumo humano.
- Realizar y actualizar el manual de instrucciones que deben utilizar la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para consumo humano, para determinar su calidad física, química y microbiológica.
- Coordinar el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable –PICCAP–, inscribiendo en éste a los laboratorios de la Red de Salud Pública y los privados nacionales o extranjeros que realicen análisis físicos, químicos o microbiológicos de agua para consumo humano.

Pacho, recuerde que anualmente el Ministerio de la Protección Social expide mediante resolución el listado de laboratorios que están autorizados para el análisis de muestras de agua. Para conocer los laboratorios cercanos a su municipio, usted puede comunicarse con el INS a la línea gratuita 018000113400 o visitar la página web http://www.ins.gov.co



Calidad en el Agua_oct.indd 42 24/10/10 23:15

d. Direcciones Departamentales, Distritales y Municipales de Salud

De acuerdo con el artículo 8 del Decreto 1575 de 2007, las autoridades sanitarias debemos cumplir con las siguientes acciones:

- Consolidar y registrar en el sistema de registro de vigilancia de calidad del agua para consumo humano, los resultados de los análisis de las muestras de agua tomadas en cada acueducto.
- Relacionar los resultados de los análisis del agua para consumo humano con los índices de enfermedades y muertes, determinando el posible origen de la problemática o los brotes reportados en las direcciones territoriales de salud.





Fotografía 5. Acueducto Regional Zipaquirá – Cogua – Nemocón.

Calidad en el Agua_oct.indd 43 24/10/10 23:15

- Realizar la supervisión a los sistemas de autocontrol de las personas prestadoras de acuerdo con los protocolos que definan los Ministerios de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de la Protección Social.
- Realizar visitas de inspección sanitaria a los acueductos, con la frecuencia que se requiera conforme al riesgo. En cada visita se diligenciará el formulario único de acta, donde se consignará el cumplimiento de las buenas prácticas sanitarias.
- Vigilar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, teniendo en cuenta las características adicionales definidas en el mapa de riesgo, tanto en la red de distribución como en otros medios de suministro.



Fotografía 6: Acueducto Regional municipio de Agua de Dios – Tocaima.

Calidad en el Agua_oct.indd 44 24/10/10 23:15

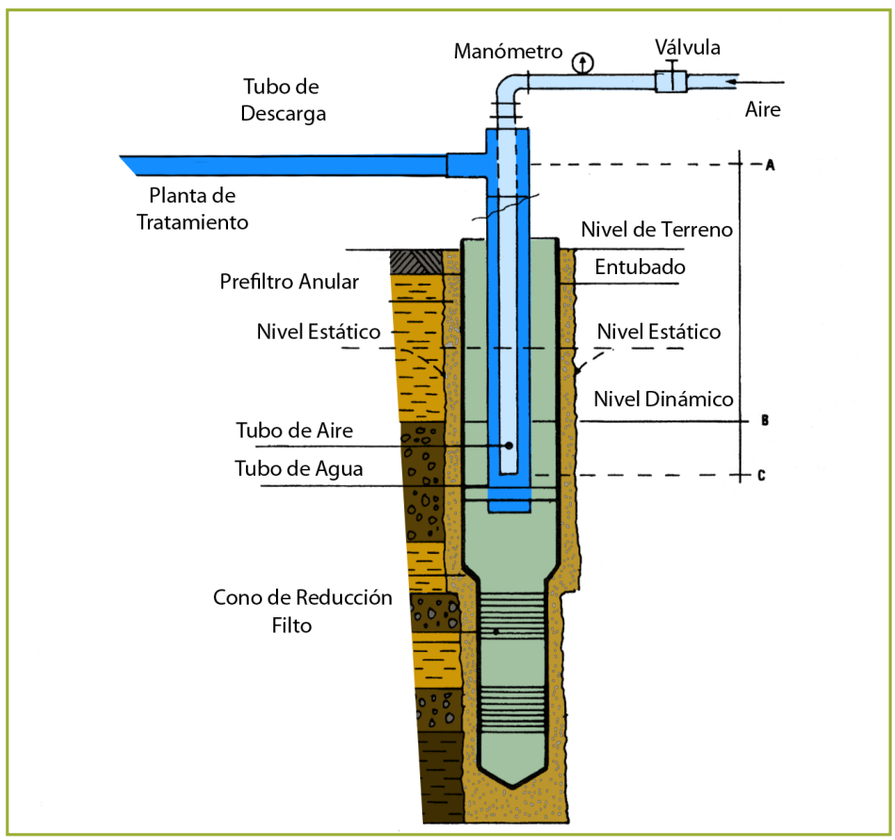
- En coordinación con las autoridades ambientales y las personas prestadoras, la autoridad sanitaria debe velar por el cumplimiento de la franja de seguridad para la aplicación de plaguicidas en las cuencas que abastecen los acueductos municipales. Esto quiere decir que autoridades y prestadores deben trabajar mancomunadamente, para que los habitantes de la cuenca apliquen adecuadamente sus productos de control de plagas, incluyendo dosis apropiadas y elementos de protección personal. En relación a cuerpos o cursos de agua que requieran protección especial, la aplicación de plaguicidas en zonas rurales no podrá efectuarse a menos de 10 metros de forma terrestre y de 100 metros para la aérea, como franja de seguridad.
- Calcular los Índices de Riesgo de Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCA) y reportar los datos básicos del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (IRABAm), al SIVICAP de su jurisdicción, teniendo en cuenta la información recolectada en la acción de vigilancia, de acuerdo con las frecuencias que para tal efecto se establezcan.



Fotografía 7. Planta de tratamiento de Cota para remover hierro y manganeso fuente pozo profundo.

Calidad en el Agua_oct.indd 45 24/10/10 23:15

- Expedir, a solicitud del interesado, la certificación sanitaria de la calidad del agua para consumo humano en su jurisdicción, para el período establecido en la solicitud, teniendo en cuenta los siguientes elementos de análisis:
  - El concepto sanitario a partir de las actas de visita de inspección sanitaria.
  - El análisis comparativo de los resultados analíticos de laboratorio de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, realizado por las entidades prestadoras del suministro y distribución de agua para consumo humano y por las autoridades sanitarias.
  - La evaluación de los índices de riesgo de calidad de agua y por abastecimiento municipal.



Gráfica 21. Esquema de pozo profundo.

Calidad en el Agua_oct.indd 46 24/10/10 23:15

- Las autoridades sanitarias municipales categorías 1, 2 y 3, (ver anexo 1. Categorías y criterios de categorización de los municipios en Colombia) deben coordinar las acciones de vigilancia del agua para consumo humano con la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción. Así mismo, deberán suministrar a la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción, para su consolidación y registro, los resultados de la calidad de agua de los índices de riesgo de calidad y por abastecimiento de agua y actas de visita de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano de su competencia.

- Realizar inspección, vigilancia y control a los laboratorios que hacen los análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.

e. Prestadores del servicio de acueducto

Las siguientes funciones se exigirán a las personas prestadoras del suministro de agua para consumo humano, en zonas urbanas o rurales, hasta en los sitios en donde se encuentren instalados dispositivos para regular o medir el agua consumida por los usuarios, de acuerdo con el artículo 9 del Decreto 1575 de 2007. Si no existen dichos dispositivos, serán exigibles hasta el punto en donde la tubería ingrese a la propiedad privada o hasta el registro o llave de paso que haya colocado la persona prestadora como punto final de la red de distribución.

- Para garantizar la calidad del agua para consumo humano en cualquiera de los puntos del sistema de suministro y en toda época del año, se debe realizar el control de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, como también de las características adicionales definidas en el mapa de riesgos o lo exigido por la autoridad sanitaria de la jurisdicción.

- Lavar y desinfectar antes de la puesta en funcionamiento y como mínimo dos veces al año, los tanques de almacenamiento de aguas tratadas.

- Lavar y desinfectar, antes de ponerlos en operación y cada vez que se efectúen reparaciones en ellos, los pozos profundos y excavados

Calidad en el Agua_oct.indd 47 24/10/10 23:15

a mano para captación de agua subterránea, las estructuras de potabilización y las tuberías de distribución de agua para consumo humano.

- Drenar periódicamente en aquellos puntos de la red de distribución que representen zonas muertas o de baja presión.
- Cuando se preste el servicio a través de carrotanques, pilas públicas y otros, se debe realizar el control de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, como también de las características adicionales definidas en el mapa de riesgos o lo exigido por la autoridad sanitaria de la jurisdicción.



¡¡Atención!!

Los carrotanques de abastecimiento de agua para consumo humano no están autorizados para transportar otros líquidos y serán inspeccionados por la autoridad sanitaria competente, quien también puede exigir la planilla de control y además revisar las acciones de lavado y desinfección de medios alternos.

Para las actividades previstas anteriormente, es fundamental considerar los siguientes procedimientos, establecidos en el artículo 115 de la resolución 1096 de 2000 (RAS), del entonces Ministerio de Desarrollo Económico, sobre la dosis de desinfectante y su periodicidad. Allí se establece que es obligatorio, en todos los niveles de complejidad, desinfectar el agua sin importar el tipo de tratamiento previo que se haya realizado para su potabilización. Para esto pueden realizarse procesos de cloración, ozonización y desinfección con dióxido de cloro.

Para la desinfección por cloración, que es la más utilizada en nuestro país, deben emplearse tanques de contacto en todos los niveles de complejidad, pues estos proporcionan un tiempo de retención del agua suficiente para que ésta entre en contacto con el cloro y garantizar su total desinfección.

Calidad en el Agua_oct.indd 48 24/10/10 23:15

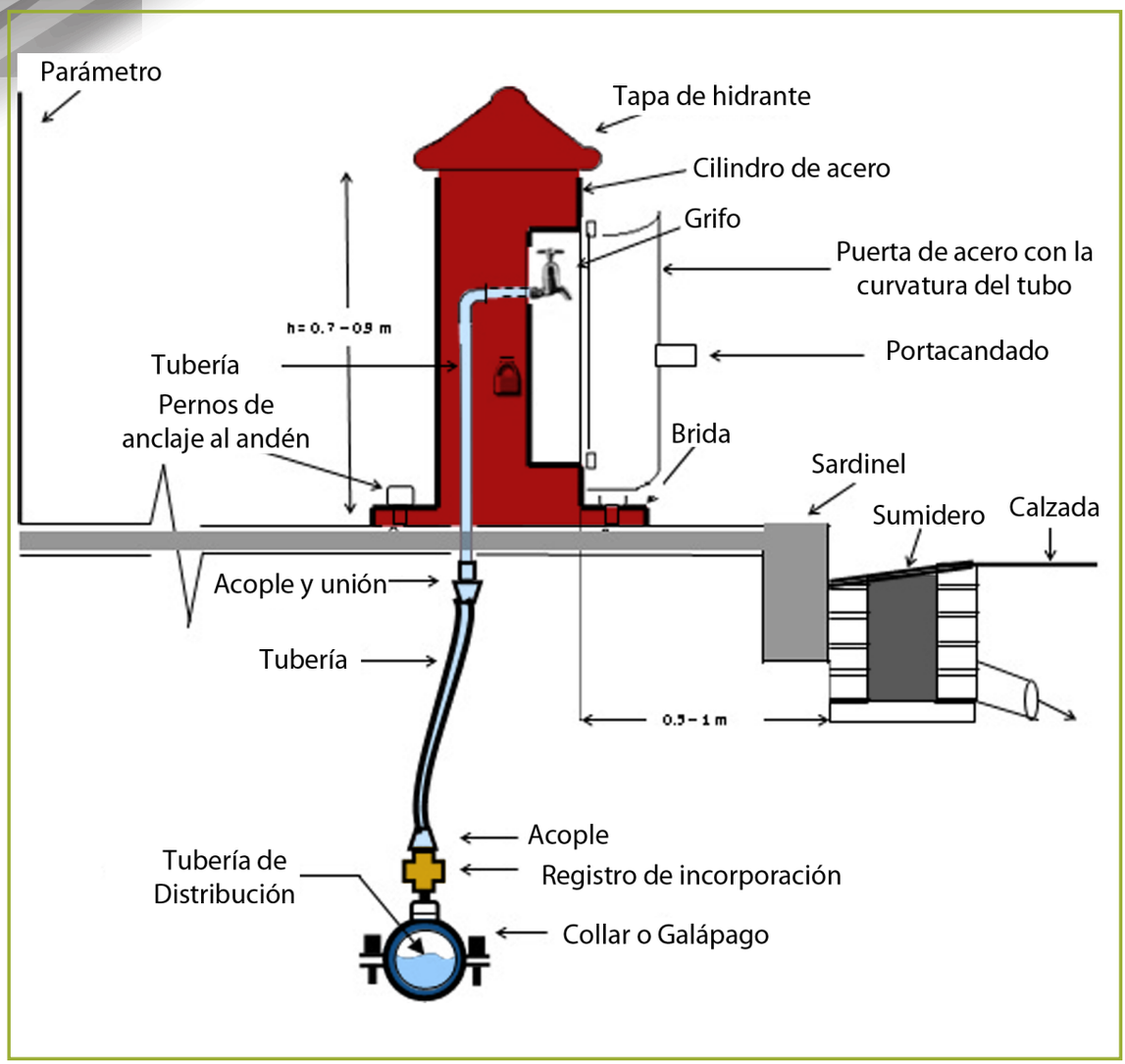
El mismo artículo 115 de la Resolución 1096 de 2000, presenta tres tablas que proporcionan la dosis ideal de cloro que se debe aplicar al agua para inactivar (destruir) dentro del tiempo que permanece el agua en estos tanques, el mayor porcentaje de microorganismos patógenos en función de la temperatura del agua y de su pH. Este tiempo de permanencia del agua en el tanque se llama tiempo de detención.

Para la determinación de la dosis óptima de desinfectante, debe emplearse el valor de la concentración residual del cloro expresada en mg/l por el tiempo de detención expresado en minutos, o sea mg/l/min. Si la planta permite durante el 90% de su operación, la remoción del 95% al 99% de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración, y la turbiedad del agua filtrada se mantiene durante el 95% del tiempo menor de 2,0 UNT, se deben usar las tablas ya mencionadas que proporciona el RAS, que pueden ser consultadas en el anexo #2, las cuales están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda de cloro.

f. Justificación del control por parte de la persona prestadora

Para prevenir y/o eliminar los riesgos a la salud de los usuarios, las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano en Colombia, deben proveer agua adecuadamente tratada, de conformidad con la normativa vigente expedida para tal fin por los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por ello, la primera línea de acción es la evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua suministrada, a través de la realización de determinaciones analíticas y, es por esto que la correcta instalación y localización de los dispositivos para tomar muestras de agua sobre la red de distribución, es de especial importancia por sus implicaciones en la calidad de la información de control y vigilancia de su calidad. Esto quedó claramente establecido en la Resolución 0811 de 2008 de los dos Ministerios, en donde quedaron definidos los lineamientos a partir de los cuales, concertadamente, la autoridad sanitaria y las personas prestadoras definirán, en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.

Calidad en el Agua_oct.indd 49 24/10/10 23:15



Gráfica 22. Esquema de un dispositivo para la recolección de las muestras de agua en la red de distribución, protegida con cilindro de acero.

La preocupación por la calidad del agua para consumo humano no solamente debe enfocarse al cumplimiento de las características básicas como la turbiedad, el color, pH, cloro residual, coliformes totales y E. Coli, sino aquellas características de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgos o la autoridad sanitaria, tal como está establecido en el artículo 21 de la Resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Calidad en el Agua_oct.indd 50 24/10/10 23:15

Calidad del Agua para Consumo Humano

Aun cuando el agua producida por el sistema de tratamiento cumpla con las normas de calidad del agua potable al ser analizada después de su contacto con el desinfectante, existe el riesgo de contaminación en la conducción, en la red de distribución o en las instalaciones hidrosanitarias de las viviendas. El ingreso de contaminantes que pueden alterar la calidad del agua ya tratada que circula por las tuberías de estos componentes, puede producirse ya sea por mal estado de éstas, o por fallas en la operación del sistema de distribución (presiones negativas, contraflujo) o en el mantenimiento cuando se efectúan reparaciones a los tubos. La importancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua para el consumo humano, radica en la reducción de la posibilidad de enfermedades, gracias a la inocuidad del agua distribuida a la población por las vías antes indicadas.

El riesgo que representa a la salud la presencia de sustancias químicas en el agua para consumo humano, es distinto al de los contaminantes microbiológicos porque, por lo general, estos últimos tienen efectos más agudos e inmediatos.

Claro que sí, de hecho los efectos por contaminantes químicos se manifiestan tras largos períodos de exposición; estos representados por el mercurio, el plomo y el cromo, entre otros, tienen un reconocido efecto nocivo sobre la salud de los humanos y de otros organismos vivos.



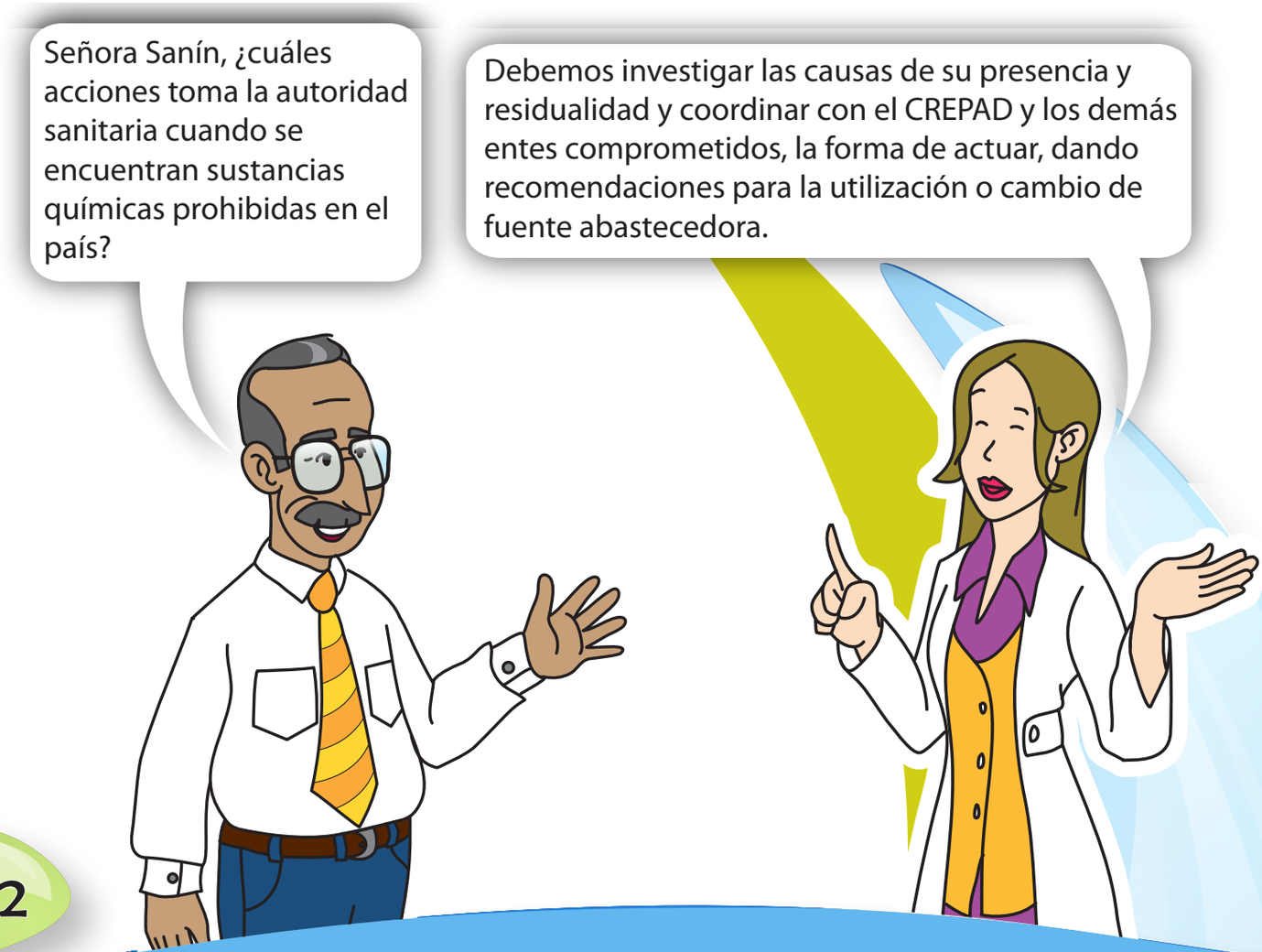


Calidad en el Agua_oct.indd 51 24/10/10 23:15

g. Usuarios

Es fundamental que todo usuario sepa que garantizar la calidad del agua para consumo humano es asunto de todos. Los usuarios son responsables de mantener en condiciones sanitarias adecuadas, al interior de sus viviendas, las instalaciones de distribución y almacenamiento de agua para consumo, así como conservar las fuentes de abastecimiento. No deben olvidar que el artículo 10 del Decreto 1575 de 2007 los obliga a:

- ✔ Lavar y desinfectar sus tanques de almacenamiento y redes internas, como mínimo cada seis meses.



Calidad en el Agua_oct.indd 52 24/10/10 23:15

- Mantener la acometida y las redes internas domiciliarias en adecuadas condiciones de operación, para preservar la calidad del agua suministrada y, de esta manera, ayudar a evitar problemas de salud pública.
- En edificios públicos y privados, conjuntos habitacionales, fábricas de alimentos, hospitales, hoteles, colegios, cárceles y demás edificaciones que conglomeren personas, los responsables del mantenimiento y conservación locativa deberán realizar el lavado y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua para consumo humano, como mínimo cada seis meses. La autoridad sanitaria podrá realizar inspección cuando lo considere pertinente.

Calidad en el Agua_oct.indd 53 24/10/10 23:15



¿Qué hemos aprendido?

Cada uno de los actores responsables del control y vigilancia de los procesos para el abastecimiento de agua para consumo humano, cumple con funciones muy importantes. Los invitamos a contestar las siguientes preguntas para evaluar qué tanto hemos aprendido de este capítulo.

1. Complete.

Los responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano, de acuerdo con el Decreto 1575 de 2007, son:

a. P_____ P_____

b. D_____ D_____ D_____ y M_____ de Salud

c. Ministerio de P_____ S_____

d. Ministerio de A_____, V_____ y D_____T_____

e. S_____ de S_____ P_____ D_____

f. I_____ N_____ de S_____

2. Falso o verdadero.

De acuerdo con el artículo 5 del Decreto 1575 de 2007, los Ministerios de Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se encargan de:

a. Establecer y reglamentar las características físicas, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua para consumo humano.

b. Iniciar investigaciones administrativas e imponer sanciones a las personas prestadoras que incumplan la normativa.

c. Evaluar los resultados de implementación de las normas de calidad del agua para consumo humano.

3. La SSPD, de acuerdo con el artículo 6 del Decreto 1575 de 2007 es la entidad encargada de:

a. Iniciar investigaciones administrativas a las personas prestadoras que incumplan con la normativa.

b. Imponer sanciones a la Red Nacional de Laboratorios para el Control y la Vigilancia de la Calidad del Agua.

c. Imponer sanciones a las personas prestadoras que incumplan con la normativa.

Calidad en el Agua_oct.indd 54 24/10/10 23:15

4. El INS, conforme el artículo 7 del Decreto 1575 de 2007, está encargado de:
   - **a.** Coordinar la Red Nacional de Laboratorios para el Control y la Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.
   - **b.** Realizar y actualizar el manual de instrucciones que deben utilizar la autoridad sanitaria y las personas prestadoras para la toma de muestras.
   - **c.** Expedir, mediante resolución, el listado de laboratorios autorizados para el análisis de muestras de agua para consumo humano.
5. Las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud, de acuerdo con el artículo 8, se encargan de:
   - **a.** Realizar la supervisión a los sistemas de autocontrol de las personas prestadoras.
   - **b.** Calcular el IRABAm.
   - **c.** Inspeccionar, vigilar y controlar los laboratorios que realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.
6. Los prestadores del servicio de acueducto, de acuerdo con el artículo 9 del Decreto 1575 de 2007, están obligados a:
   - **a.** Controlar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.
   - **b.** Lavar y desinfectar como mínimo cuatro veces al año, los tanques de almacenamiento de aguas tratadas.
   - **c.** Coordinar las acciones de vigilancia con la autoridad sanitaria.
7. Los usuarios, según el artículo 10 del Decreto 1575 de 2007, son responsables de:
   - **a.** Lavar y desinfectar sus tanques de almacenamiento y redes internas como mínimo cada 6 meses.
   - **b.** Mantener las acometidas y redes internas domiciliarias en adecuadas condiciones de operación.
   - **c.** Expedir, a solicitud del interesado, la certificación sanitaria de la calidad del agua para consumo humano.

Calidad en el Agua_oct.indd 55 24/10/10 23:15

Capítulo 3

Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano

Las características presentes en el agua se pueden clasificar en físicas, químicas y microbiológicas, de acuerdo con la naturaleza de su constitución o de las impurezas que recoje en su recorrido por el ciclo hidrológico. Las características físicas son turbiedad, color, sabor, olor y temperatura. En el caso de las características químicas, se encuentran el potencial de hidrógeno –pH, la alcalinidad, acidez, dureza, conductividad y contaminantes como plaguicidas y otras sustancias utilizadas en la potabilización. Finalmente, las características microbiológicas van encaminadas a la identificación de *E.Coli, Coliformes totales, Giardia y Cryptosporidium* y otros patógenos.



Calidad en el Agua_oct.indd 56 24/10/10 23:15

Al analizar cualquiera de las características del agua para consumo humano, es muy importante poder asegurar que se cumple con los valores máximos aceptables por nuestras normas, en muestras tomadas en la red de distribución. A continuación presentamos un resumen indicativo de la incidencia en salud y los valores máximos aceptables que trae la Resolución 2115 de 2007, con cada característica.

a. Características físicas

Las características físicas son las propiedades que podemos ver, sentir y oler. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora, insípida y no puede tener sólidos suspendidos.



Color aparente: es el resultado de la presencia de materiales finos suspendidos, hierro y manganeso en forma coloidal y materia orgánica. Algunas aguas superficiales pueden presentar colores por elementos del lecho o del sustrato. La unidad para medir esta característica es la unidad de platino cobalto (UPC) y su valor máximo permitido es de 15 UPC.



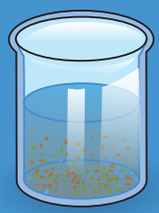
Olor y sabor: en aguas superficiales, éstas características están asociadas a componentes orgánicos de crecimiento de algas u otros microorganismos; descomposición de materia orgánica como hojas, raíces o pastos; químicos orgánicos industriales; detergentes sintéticos o químicos agrícolas. Además, el cloro puede reaccionar con algunos componentes orgánicos y ser la causa de alteraciones en esta característica.



En aguas subterráneas, el olor y el sabor están asociados a sulfuro de hidrógeno, con su característico olor a huevo podrido, o metanos.

Para el consumo humano, el agua no debe tener ni olor ni sabor. Su valor se expresa como: aceptable o no aceptable. Para que sea apta para consumo humano, el agua debe tener olor y sabor aceptable.

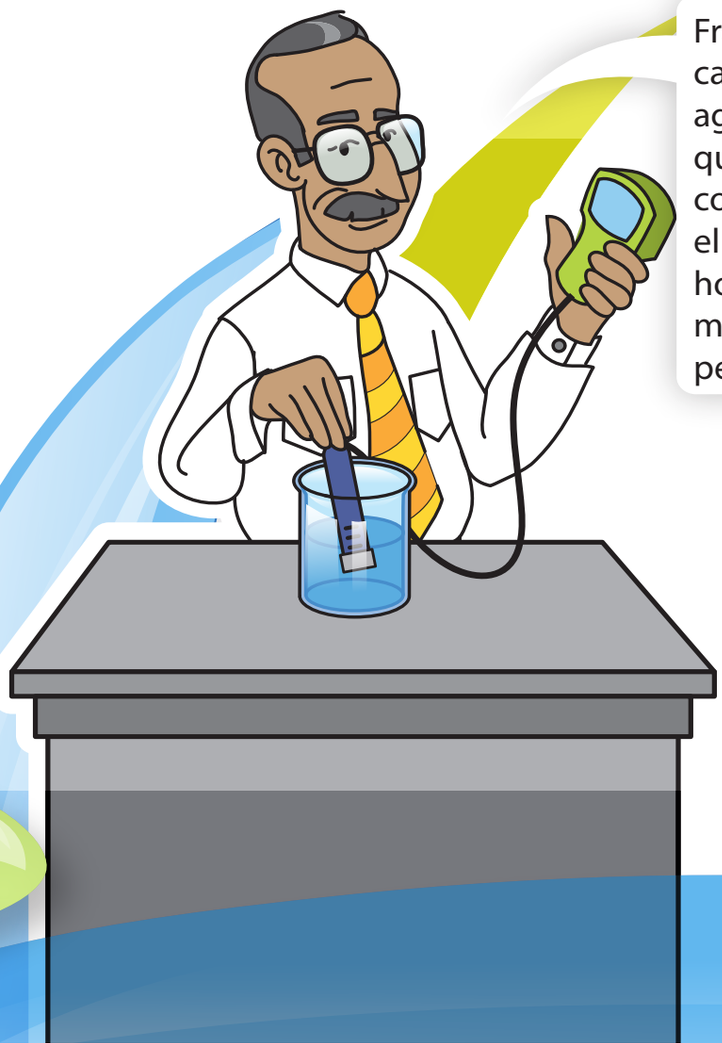
Calidad en el Agua_oct.indd 57 24/10/10 23:15



Turbiedad: reduce la claridad del agua y es consecuencia de materiales finos suspendidos. Está relacionada con materiales coloides como bacterias, limos, arcillas, algas y desechos orgánicos. Es la propiedad que tiene el agua de impedir el paso de la luz. La turbiedad se determina con un turbidímetro y se expresa en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Su valor máximo permitido es de 2 UNT.

b. Características químicas

En primer lugar se encuentran dos aspectos fundamentales como indicadores: la conductividad y el pH. A continuación se presenta su descripción:



Frente a las características químicas, es importante saber que el agua contiene sustancias disueltas que pueden ser de origen natural, como el manganeso, el arsénico y el flúor o, introducidas por el hombre y su industria, como los metales pesados, los nitratos y los pesticidas, entre otros.

Calidad en el Agua_oct.indd 58 24/10/10 23:15

Calidad del Agua para Consumo Humano



Conductividad: es la cantidad de electricidad que el agua puede conducir. Puede usarse para estimar la concentración de sólidos disueltos, lo que nos podría indicar contaminación por derrame accidental de algún químico.

La unidad de medida son los micro siemens por centímetro – µS/cm y su valor máximo permitido es de 1000 µS/cm.



pH: es la medida de su naturaleza ácida, neutra o básica. El agua pura a 24°C tiene un pH de 7 y es neutra. Si está por debajo de 7, es ácida; si está por encima, es básica.

Esta característica no tiene unidades en su escala y el rango permitido está entre 6,5 y 9,0



Sabía usted que...

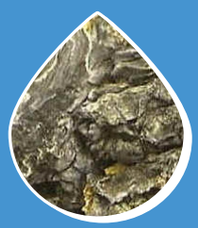
Cuando la variación en la conductividad es superior al 50% del promedio habitual en el agua de la fuente, indica un cambio sospechoso en la cantidad de sólidos disueltos y su procedencia debe ser investigada de inmediato, tanto por la persona prestadora del servicio como por las autoridades sanitarias y ambientales competentes, porque puede tratarse del derrame accidental de un producto altamente contaminante.

Calidad en el Agua_oct.indd 59 24/10/10 23:15

Adicionalmente, se presenta una lista de elementos que tienen un reconocido efecto adverso en la salud humana, así como una breve descripción de los mismos.



Antimonio (Sb): es un metal asociado a procesos industriales, principalmente en aleaciones metálicas para dar resistencia contra el fuego. La exposición durante períodos prolongados puede causar irritación de ojos, piel y pulmones, así como problemas cardíacos, vómito, diarrea y úlceras estomacales. El valor máximo aceptable es 0,02 mg/l.



Arsénico (As): es un elemento tipo metaloide[2], que generalmente se encuentra combinado con otros elementos químicos. Mayormente se presenta como polvo blanco que no se evapora y se usa principalmente como conservante de maderas y como raticida. También está asociado a plaguicidas para el cultivo de algodón y algunos frutales. Aleaciones de este elemento se usan en baterías de carros. La ingestión de este elemento puede producir irritación en el estómago e intestinos, así como nauseas, vómito y diarrea. Adicionalmente, puede reducir la producción de glóbulos rojos y blancos, causando fatiga, ritmo cardíaco anormal, daño de los vasos sanguíneos (lo que produce contusiones) y alteraciones de la función de los nervios (lo que produce una sensación de hormigueo en las manos y los pies). El valor máximo aceptable es 0,01mg/l.



Bario (Ba): es un metal que se encuentra en la naturaleza a través de compuestos sólidos en forma de polvos o cristales, y que no se incendian fácilmente. Su uso está asociado a las industrias de gas y petróleo para fabricar lodos de perforación. Además, esta presente en pinturas, ladrillos, baldosas, vidrio y caucho, entre otros. La ingestión de una cantidad muy alta de compuestos de bario solubles en agua, produce alteraciones al ritmo cardíaco o parálisis. Si no se recibe tratamiento, puede causar la muerte. En bajas concentraciones, puede generar vómitos, calambres estomacales, diarrea, dificultad para respirar, alteraciones de la presión sanguínea, adormecimiento de la cara y debilidad muscular. El valor máximo aceptable es 0.7 mg/l.

2 Es decir, con características de metal y no-metal.

Calidad en el Agua_oct.indd 60 24/10/10 23:15



Cadmio (Cd): es un metal que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de zinc, plomo y cobre. El cloruro y el sulfato de cadmio se disuelven en agua. También se recupera de baterías usadas.

Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave del estómago, lo que produce diarrea y en ciertas ocasiones la muerte. Ingerir niveles bajos durante períodos prolongados puede producir acumulación en los riñones, generando daños. Además, puede producir fragilidad de los huesos.

El valor máximo aceptable es 0,003 mg/l.



Cianuro libre y disociable (CN^-): son compuestos asociados a venenos potentes y de acción rápida. En el agua, la fuente principal son las descargas de procesos de minería, principalmente la extracción de oro, industrias de sustancias químicas, plantas de hierro o acero y de tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, por la incineración de basura y el uso de plaguicidas.

La exposición a cantidades pequeñas de cianuro puede ser fatal. Altos niveles durante un período breve daña el cerebro y el corazón, y puede producir coma y muerte.

El valor máximo aceptable es 0,05 mg/l.

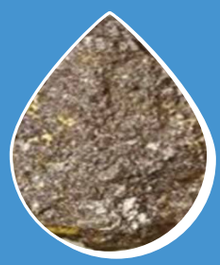


Cobre (Cu): es un metal rojizo que se encuentra naturalmente en las rocas, agua, sedimentos y, en niveles bajos, en el aire. Los compuestos de cobre se usan comúnmente en agricultura para tratar enfermedades de plantas, para tratamiento de aguas y como preservativo para madera, cuero y telas.

Ingerir agua con altos niveles de cobre puede producir náuseas, vómitos, calambres estomacales o diarrea, además de daño del hígado y riñones, así como la muerte.

El valor máximo aceptable es 1,0 mg/l.

Calidad en el Agua_oct.indd 61 24/10/10 23:15



Cromo total (Cr): es un elemento que se encuentra de forma natural en rocas, animales, plantas y en el suelo. Es usado extensamente en los procesos de manufactura, así como en madera tratada, cuero curtido y artículos de acero inoxidable.

Su ingestión afecta principalmente al estómago e intestino delgado a través de irritación y úlceras, así como a la sangre, manifestándose como anemia. Se han observado daños en los espermatozoides y en el sistema reproductivo.

Se ha determinado que los compuestos de cromo son cancerígenos en seres humanos, produciendo, entre otros, tumores en el estómago.

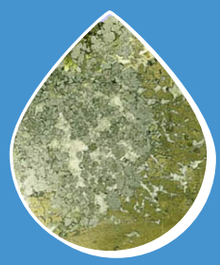
El valor máximo aceptable es 0,05 mg/l.



Mercurio (Hg): es un elemento que se puede clasificar en tres tipos: metálico, inorgánico y orgánico. Es ampliamente usado en la minería de oro, así como en la producción de cloro gaseoso y de soda cáustica. Se usa en termómetros, barómetros, baterías e interruptores eléctricos.

El sistema nervioso es muy susceptible al mercurio, por lo que la exposición a este elemento puede causar daño permanente en el cerebro, así como en los riñones. Puede dañar el estómago y los intestinos, produciendo náuseas, diarrea o úlceras. También tiene efectos sobre el corazón.

El valor máximo aceptable es 0,001 mg/l.



Níquel (Ni): es un metal duro, blanco-plateado que tiene propiedades que le permiten combinarse con hierro, cobre, cromo y zinc, en aleaciones para formar monedas, joyas, válvulas e intercambiadores de calor.

El efecto adverso más común por la exposición al níquel es la reacción alérgica. Produce fuertes dolores de estómago y alteraciones en la sangre y riñones.

El valor máximo aceptable es 0,02 mg/l.

Calidad en el Agua_oct.indd 62 24/10/10 23:15



Plomo (Pb): es un metal pesado que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre, generalmente combinado con otros dos o más elementos formando compuestos de plomo.

Es un componente común de cañerías, baterías, pesas, proyectiles, municiones, revestimientos de cables y láminas para protección de la radiación. También se ha usado como pigmento en pinturas, barnices para cerámicas y materiales para relleno.

Afecta principalmente el sistema nervioso, causando alteraciones. Puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos; alterar la producción de espermatozoides, producir anemia y afectar el cerebro y los riñones, hasta causar la muerte.

El valor máximo aceptable es 0,01 mg/l.



Selenio (Se): es una sustancia natural sólida que se encuentra comúnmente en las rocas y el suelo. Es un producto secundario de la refinación del cobre.

El consumo de cantidades moderadamente altas durante tiempo prolongado, puede causar cabello quebradizo y deformidades de las uñas. En casos extremos, se pueden perder la sensación y el control de los brazos y las piernas.

El valor máximo aceptable es 0,01 mg/l.



Trihalometanos totales (THMs): son un grupo de sustancias volátiles que se generan esencialmente en los procesos de potabilización del agua, especialmente cuando no ha sido removido el color a los valores de la norma o al añadir el cloro al agua que contiene materia orgánica procedente de ríos o embalses, especialmente taninos.

Están asociados a posibles cánceres de colon y vejiga, así como a efectos adversos durante el embarazo, incluyendo aborto y retardo del crecimiento fetal.

El valor máximo aceptable es 0,2 mg/l.

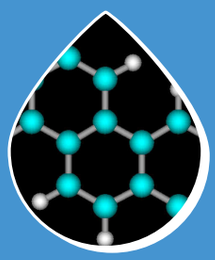
Calidad en el Agua_oct.indd 63 24/10/10 23:15

Don Marco tengo una preocupación. En las mediciones que hice esta mañana en la conductividad del agua a la entrada de la planta, encontré que ésta se subió de 300, que es el valor promedio que vengo registrando desde hace tiempo, a 700 microsiemens por centímetro, y además en la bocatoma encontré unos pescados muertos. ¿Qué tengo que hacer?

Pacho es urgente que le avisemos ya a la Secretaría de Salud del municipio, a la Corporación Autónoma Regional (CAR) y al Alcalde, porque este cambio y los peces muertos son muy sospechosos y es probable que haya ocurrido un derrame accidental de una sustancia tóxica aguas arriba o que los mineros no estén aplicando las medidas preventivas que se comprometieron a cumplir para evitar la contaminación de la quebrada con mercurio. Esto hay que investigarlo ya para tomar de inmediato medidas drásticas. Me voy para la alcaldía. Usted aplique el plan de emergencia para este caso.



Calidad en el Agua_oct.indd 64 24/10/10 23:16



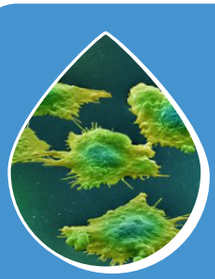
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): son un grupo de sustancias químicas que se forman durante la incineración incompleta de carbón, petróleo, gas, madera, basura y sustancias orgánicas. Existen más de 100 clases diferentes de HAP. Se utilizan en mediciones y para la producción de tintas, plásticos y pesticidas.

En ciertas circunstancias, los HAP pueden ser dañinos para la salud, causando tumores y cáncer. Pueden generar defectos congénitos y disminución del peso corporal. La mayoría de los HAP son cancerígenos.

El valor máximo aceptable es 0,01 mg/l.

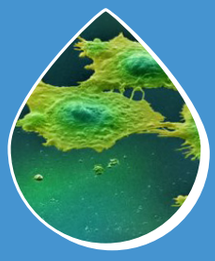
Además de las características químicas descritas anteriormente, existen otros elementos que tienen implicaciones sobre la salud humana, tal y como se puede leer en la siguiente lista.

Características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana



Carbono orgánico total (COT): es el carbón que forma parte de las sustancias orgánicas de las aguas superficiales. Puede ser descompuesto por microrganismos, durante el proceso de consumo de oxígeno. Es un indicador de la presencia de materia orgánica natural en descomposición y, en general, de compuestos orgánicos como ácido húmico, pesticidas, fertilizantes, etc. Estas sustancias son precursoras de los THM.

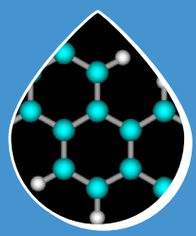
Su valor máximo permitido es 5.0 mg/l.



Nitritos NO_2^-: los nitritos son de particular interés en la salud porque convierten la hemoglobina de la sangre en metamoglobina, La cual reduce la cantidad de oxígeno que se transporta en la sangre. Como resultado, las células no tienen suficiente oxígeno para funcionar adecuadamente en el organismo. A esta condición se le llama metamoglobinemia.

Su valor máximo permitido es 0,1 mg/l.

Calidad en el Agua_oct.indd 65 24/10/10 23:16



Nitratos (NO_3^-): los niveles elevados de nitratos en el agua potable se deben a la contaminación en las aguas subterráneas por los residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganaderías, el uso excesivo de fertilizantes o la infiltración de drenaje proveniente de las fosas sépticas.

Los microorganismos presentes en el suelo, el agua y el drenaje transforman los nitratos en nitritos.

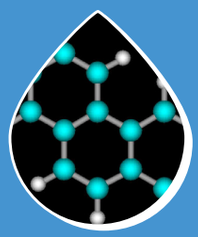
Su nivel máximo es 10 mg/l.

Don Marco, el carbono orgánico total (COT) es un nuevo indicador que nos permite saber cuánta materia orgánica hay en el agua. Es muy importante vigilarlo.

Exactamente Doctora, este indicador nos puede dar luces sobre posibles formaciones de los THM, que, como usted sabe, son cancerígenos.



Calidad en el Agua_oct.indd 66 24/10/10 23:16



Fluoruros (F^-): son sales que contienen flúor y otro elemento, principalmente sodio o calcio. Se usan en el agua para prevenir las caries dentales, en dosis por debajo de 1,0 mg/l.

Ingerir cantidades altas de fluoruro puede causar fluorosis del esqueleto, aumentando la densidad de los huesos y generando fracturas, así como produciendo dolor en las articulaciones y limitando su movimiento. En el caso más grave, la columna vertebral adquiere rigidez total. La ingestión de grandes cantidades de fluoruro de sodio puede producir dolores de estómago, vómitos y diarreas. Cantidades extremadamente altas pueden afectar el corazón y causar la muerte.

El valor máximo permitido es de 1,0 mg/l.

A continuación se presentan elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Tabla 1. Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Elementos y compuestos químicos	Valor máximo aceptable (mg/L)	Descripción
Calcio (Ca)	60	Es el tercer metal más abundante de la corteza terrestre. Forma depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, generando taponamientos y altos costos para la industria.
Alcalinidad total ($CaCO_3$)	200	Está asociada con altos valores de pH, dureza y sólidos disueltos. Para coagulación se requiere una alcalinidad mínima de 15 mg/l.
Cloruros (Cl^-)	250	Afectan la digestión y producen mal sabor. Sabor salado.
Aluminio (Al^{3+})	0,2	Interfiere la diálisis de pacientes de riñón.

Calidad en el Agua_oct.indd 67 24/10/10 23:16

Elementos y compuestos químicos	Valor máximo aceptable (mg/L)	Descripción
Dureza total ($CaCO_3$)	300	En concentraciones por encima del valor admisible se debe utilizar mayor cantidad de jabón para las actividades de lavado personal y de la vivienda.
Hierro total (Fe)	0,3	Más de 2 mg/l producen color y sabor desagradable. Tiñe la ropa de amarillo.
Magnesio (Mg)	36	En altas concentraciones produce efecto purgante.
Manganeso (Mn)	0,1	Imparte sabor desagradable y mancha la ropa. Indeseable en los filtros y en el sistema de distribución de agua.
Molibdeno (Mo)	0,07	Se encuentra en cantidades mínimas en el agua. Es un micronutriente esencial, pero su consumo excesivo puede ocasionar daños al hígado y a los riñones.
Sulfatos (SO_4^{2-})	250	En concentraciones por encima del valor admisible, producen diarrea y deshidratación.
Zinc (Zn)	3	En dosis apropiadas de 10 a 15 ppm, es un elemento esencial benéfico. En concentraciones altas, le da al agua sabor metálico y en muy altas, mayores a 700 mg/l causa nauseas, desmayo y problemas de crecimiento.
Fosfatos (PO_4^{3-})	0,5	Son una fuente importante de fósforo en el agua. Son esenciales en la dieta humana (un adulto requiere diariamente como mínimo 800 mg de fósforo). Indican posible contaminación por detergentes y fertilizantes.

Fuente: MPS & MAVDT – VAS

La toxicidad de los plaguicidas usados en agricultura tiene graves repercusiones en la salud humana. Una dosis alta puede provocar efectos agudos como vómito, diarrea, aborto, cefalea, somnolencia, alteraciones comportamentales, convulsiones, coma y hasta la muerte. Una exposición repetida a dosis bajas tiene efectos crónicos como cáncer, leucemia, necrosis de hígado, malformaciones, dolores de cabeza y a veces sólo malestar general.

Calidad en el Agua_oct.indd 68 24/10/10 23:16

A continuación conoceremos la concentración máxima aceptable de los plaguicidas en el agua para consumo humano.

Tabla 2. Características químicas relacionadas con los plaguicidas y otras sustancias.

Plaguicidas y otras sustancias químicas	Concentración máxima aceptable (mg/L)
Características químicas reconocidas por el Ministerio de la Protección Social como cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas[3].	0,0001 mg/L
Características químicas cuyo valor DL_{50} oral mínimo reconocido sea menor o igual a 20 mg/Kg,	0,0001 mg/L
Características reconocidas por el Ministerio de la Protección Social, catalogadas como extremada o altamente peligrosas.	0,0001 mg/L
Características químicas de origen natural o sintético sobre las que se considere necesario adoptar medidas para prevenir daños graves o irreversibles a la salud de las personas.	0,0001 mg/L
Sustancias químicas cuyos valores de DL_{50} oral más bajos conocidos se encuentren entre 21 y 200 mg/Kg.	0,001 mg/L
Sustancias químicas cuyos valores DL_{50} oral más bajos conocidos se encuentren entre 201 y 2.000 mg/Kg.	0,01 mg/L

Fuente: MPS & MAVDT – VAS

A continuación se presenta una tabla que incluye las concentraciones máximas aceptables, cuando la suma total de plaguicidas y demás sustancias tiene un valor individual máximo admisible especificado. En ningún caso se pueden exceder los valores individuales.

3 No se incluye el asbesto, pues se considera cancerígeno sólo por inhalación.

Calidad en el Agua_oct.indd 69 24/10/10 23:16

Tabla 3. Concentraciones máximas aceptables de plaguicidas y otras sustancias

Suma total de concentraciones (mg/L)	Valor máximo admisible (mg/L)
0,0001	0,001
0,001	0,01
0,01	0,1

Fuente: MAVDT – VAS

En ningún momento la suma total de las concentraciones de plaguicidas podrá ser superior a 0,1 mg/L. Además, el mapa de riesgos de la zona debe incluir las características químicas potencialmente tóxicas consideradas aquí, las cuales se deben analizar en una determinada muestra.

En los procesos de potabilización del agua para consumo humano se utilizan diversas sustancias, a continuación conoceremos cuál es el valor máximo aceptable para cada una de ellas.

Tabla 4. Características químicas de otras sustancias utilizadas en la potabilización del agua para consumo humano

Otras sustancias utilizadas en la potabilización del agua	Consideraciones y valor máximo aceptable (mg/L)
Residual de aluminio derivado de su uso como coagulante, en su forma (Al^{3+})	0,2
Coagulante basado en sales de hierro	0,3
Al utilizar otras sustancias químicas en el tratamiento del agua para consumo humano	El valor aceptable para el residual correspondiente será el reconocido en las Guías de la Calidad de Agua vigentes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y adoptadas por el MPS.

Calidad en el Agua_oct.indd 70 24/10/10 23:16

Otras sustancias utilizadas en la potabilización del agua	Consideraciones y valor máximo aceptable (mg/L)
Cloro residual libre	• La dosis de cloro por aplicar para la desinfección del agua y asegurar el residual libre debe resultar de pruebas frecuentes de demanda de cloro. • Las plantas de tratamiento deben garantizar; mediante sistemas, estructuras o procedimientos de control; el tiempo de contacto del cloro como desinfectante, antes de enviar el agua a las redes y de poner el alcalinizante, el cual debe ser establecido de acuerdo con las tablas del artículo 115 de la Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico. El valor aceptable del cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua para consumo humano deberá estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L.
Al usar un desinfectante diferente al cloro o cualquiera de las formulaciones o sustancias que utilicen compuestos distintos para desinfectar el agua	Los valores aceptables para el residual correspondiente serán los reconocidos por la OMS y adoptados por el MPS.
La cal, el sulfato de aluminio, el cloro y el hipoclorito utilizados en el tratamiento o potabilización del agua.	Deben cumplir con la calidad determinada por la Resolución 2314 de 1986 del MPS y con lo previsto en el capítulo C: 4 Coagulación y mezcla rápida – de que trata el Título C del RAS.
Para otros productos, materiales (polímeros) o insumos que vayan a ser utilizados en la potabilización del agua	El MPS emitirá el respectivo concepto técnico, el cual incluye el concepto toxicológico.

Fuente: MPS & MAVDT – VAS

Calidad en el Agua_oct.indd 71 24/10/10 23:16

c. Características microbiológicas



Las características microbiológicas del agua están dadas por los microorganismos presentes en ella. Para asegurar que el agua para consumo humano está libre de microorganismos y parásitos que causan diferentes enfermedades como el cólera, la amebiasis y la diarrea, entre otras, se realizan **análisis microbiológicos de agua,** que son procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

Dentro de los microorganismos y parásitos que podemos encontrar en el agua, están: *Coliformes, Escherichia coli y bacterias coliformes termotolerantes, heterótrofos, enterococos intestinales, Clostridium perfingens, colífagos, bacteriófagos de Bacterioides fragilis y virus entéricos.*

En Colombia, para el suministro de agua potable, se controlan los *Coliformes totales, la Escherichia coli, la Giardia, el Cryptosporidium y los Microorganismos mesofílicos.*



Veamos las técnicas para realizar los análisis de cada uno de ellos y los valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico.

Calidad en el Agua_oct.indd 72 24/10/10 23:16

La *E. coli* es una bacteria que está asociada al contenido de heces fecales en el agua. No debe estar presente en el agua para consumo humano, independientemente del método de análisis usado. Se encuentran, de manera natural, en la flora intestinal del hombre y algunos animales. Es muy importante controlar estas características porque son fuente de riesgo agudo para la población.

Tabla 5. Características microbiológicas

Microorganismos	Descripción	Técnica usada	Valor máximo aceptable
E. coli y Coliformes totales	Los coliformes totales están definidos en el glosario de este documento y su unidad de medida es la unidad formadora de colonia (UFC)	a) Filtración por membrana	a) 0 UFC /100 cm^3
		b) Enzima sustrato	b) < de 1 microorganismo en 100 cm^3
		c) Sustrato definido	c) 0 microorganismo en 100 cm^3
		d) Presencia – ausencia	d) Ausencia en 100 cm^3
Giardia	Es un protozoo flagelado patógeno que parasita el tracto digestivo de humanos y otros mamíferos, produciendo giardiosis, giardiasis o lambliasis.	Las técnicas de análisis para estos microorganismos deben ser validadas por el INS – o revalidadas por éste con base en documentos soporte de organismos internacionales que presenten los solicitantes	0 quistes por volumen fijado
Cryptosporidium	Es un género de protistas parásitos al que se asocia con una enfermedad llamada criptosporidiosis diarreica en seres humanos.		0 quistes por volumen fijado
Microorganismos mesofílicos	Son aquellos que tienen una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 20°C y 45°C.	Como prueba complementaria se recomienda realizar la determinación de estos microorganismos	100 UFC en 100 cm^3.

Fuente: MPS & MAVDT – VAS

Calidad en el Agua_oct.indd 73 24/10/10 23:16

A continuación se presentan los plazos dados para que las autoridades sanitarias y las personas prestadoras del servicio de agua potable, realicen la vigilancia y control de las características de *Giardia y Cryptosporidium.*

Tabla 6. Plazos dados para que las autoridades sanitarias y las personas prestadoras realicen la vigilancia y el control de las características de *Giardia y Cryptosporidium.*

Características	Plazos a partir del 2007	Población atendida por Municipio (habitantes)
Giardia y Cryptosporidium	Ocho (8) años a partir de la fecha de publicación de la Resolución 2115 de 2007	Hasta 10.000
		10.001 – 20.000
		20.001 – 100.000
		1000.001 – 500.000
		De 500.001 en adelante

Fuente: MPS & MAVDT – VAS

Las diferentes autoridades, tanto sanitarias como ambientales, debemos investigar la presencia de otros microorganismos patógenos, con base en el mapa de riesgos, para incorporarlos en los análisis de la calidad del agua para consumo humano. Para esto es importante apoyarnos en el trabajo de las personas prestadoras.



Calidad en el Agua_oct.indd 74 24/10/10 23:16



¿Qué hemos aprendido?

El agua es fundamental para los seres humanos. Lo invitamos a resolver el siguiente crucigrama. Recuerde que si algo no está claro, puede devolverse al Capítulo 3 para encontrar las respuestas.

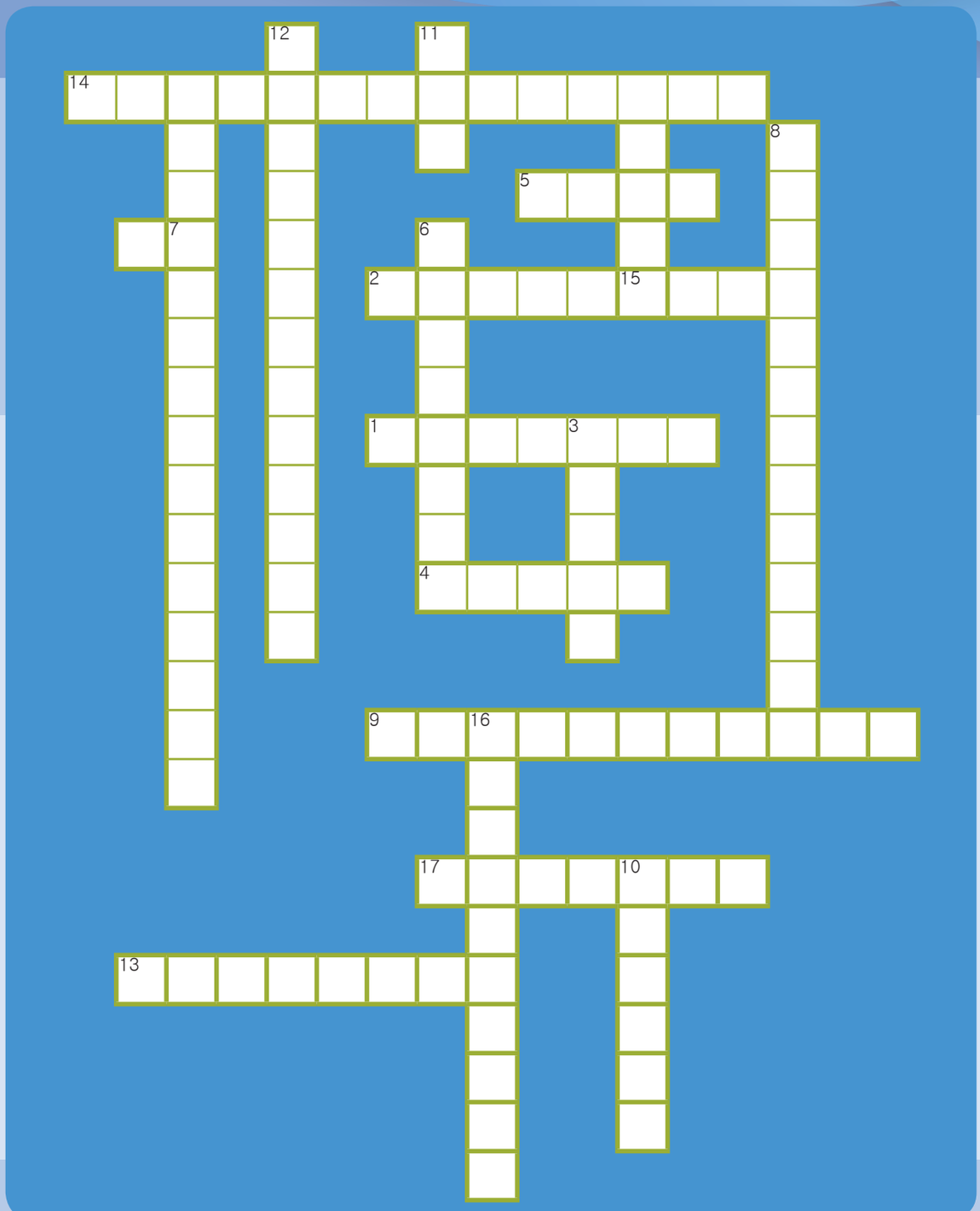
1	Propiedades que podemos ver, sentir y oler.
2	Es la propiedad que tiene el agua de impedir el paso de la luz. Se expresa en UNT. El valor máximo aceptable es 2 UNT.
3	Resultado de materiales finos suspendidos. Su unidad de medida es la UPC. El valor máximo aceptable es 15 UPC.
4	Una característica física asociada a crecimiento de algas y descomposición de materia orgánica entre otros. Su valor debe ser aceptable.
5	Una característica física asociada perceptible con el sentido del olfato. Su valor debe ser aceptable.
6	Son las propiedades que están asociadas a las sustancias disueltas, especialmente manganeso, arsénico, metales presados, y pesticidas, entre otros.
7	Es la medida de la naturaleza ácida, básica o neutra del agua. Su rango de aceptación es de 6,5 a 9,0.
8	Es un indicador sobre cambios sospechosos en la cantidad de sólidos disueltos. Su unidad son los microsiemens por centímetro cuadrado y su valor máximo aceptable es de 1000.

Calidad en el Agua_oct.indd 75 24/10/10 23:16

9	Es una característica que está asociada con altos valores de pH, dureza y sólidos.
10	Es una característica química que, de estar por encima de los 300 mg/l, produce un alto consumo de jabón.
11	Es un indicador de la presencia de materia orgánica natural en descomposición. Su valor máximo aceptable es de 5,0 mg/l. Son precursores de los THM.
12	Son sustancias que tienen efectos adversos en la salud humana y en la economía. Ejemplos son antimonio, mercurio, plomo, cianuro, entre otros.
13	Es un contaminante que está asociado a plaguicidas para el cultivo de algodón y como raticida. Produce alteración de la función de los nervios, generando sensación de hormigueo en las manos y los pies. Su valor máximo aceptable es 0,01 mg/l.
14	Es un tipo de propiedad relacionada a los microorganismos presentes en el agua.
15	Es una bacteria que está asociada al contenido de heces fecales en el agua. No debe estar presente en el agua para consumo humano, independientemente del método de análisis usado.
16	Son bacterias gram negativas en forma bacilar. Se clasifican como aerobias o anaerobias. Es un indicador microbiológico de contaminación del agua.
17	Es un protozoo flagelado patógeno que parasita el tracto digestivo de humanos.

Calidad en el Agua_oct.indd 76 24/10/10 23:16

Calidad del Agua para Consumo Humano



Calidad en el Agua_oct.indd 77 24/10/10 23:16

Capítulo 4

Procesos básicos del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano



Los procesos de control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano incluyen la recolección de muestras de control y de vigilancia, el análisis e interpretación, el suministro, la divulgación de la información y su utilización en la orientación de la salud pública.

Deben medir la calidad física, química y microbiológica del agua, llevar anotaciones en el libro de registros y considerar las frecuencias requeridas de acuerdo con el número de habitantes que tenga su municipio.

Calidad en el Agua_oct.indd 78 24/10/10 23:16

Adicionalmente, existen tres instrumentos muy importantes para garantizar la calidad del agua. Estos son el IRCA, el IRABAm y el mapa de riesgos. Más adelante en este capítulo describiremos cada uno de ellos.

Conozcamos las tareas que deben llevar a cabo las personas prestadoras y las autoridades sanitarias en estos temas.

a. Procesos básicovdad física y química del agua para consumo humano

Tabla 14. Frecuencias y número de muestras de control de la calidad física y química del agua para consumo humano, que debe analizar la persona prestadora en la red de distribución.



Calidad en el Agua_oct.indd 79 24/10/10 23:16

Población / Característica	Menor a 2.500	2501 - 10.000	10.001 - 20.000	20.001 – 100.000	100.001-500.000	500.001 – 800.000	800.001 – 1.000.000	1.000.001 – 1.250.000	1.250.001 – 2.000.000	2.000.001 – 4.000.000	Convenciones
Turbiedad	M-1	M-3	DM-1	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D: DÍA
Color aparente	M-1	M-3	DM-1	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	DM: DÍA POR MEDIO
pH	M-1	M-3	DM-1	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	W: SEMANAL
Cloro residual libre o residual del desinfectante	M-1	M-3	DM-1	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	Q: QUINCENAL
COT	A-1	A-2	A-2	A-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	M: MES
Fluoruros	A-1	A-2	A-2	A-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S-2	S: SEMESTRAL
Residual del coagulante (sales matálicas de hierro y aluminio)	A-1	A-2	M-1	Q-1	W-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	A: AÑO
Dureza total	NR	NR	M-1	Q-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	SMR: Según mapa de riesgos
Hierro total	NR	NR	M-1	Q-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	
Cloruros	NR	NR	M-1	Q-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	NR: No Reporta
Alcalinidad	NR	NR	NR	Q-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	
Sulfatos	NR	NR	NR	NR	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	El número indica el número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia.
Nitritos	NR	NR	NR	NR	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	
Nitratos	NR	NR	NR	NR	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	
Características físicas o químicas identificadas en el mapa de riesgos	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	SMR	

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

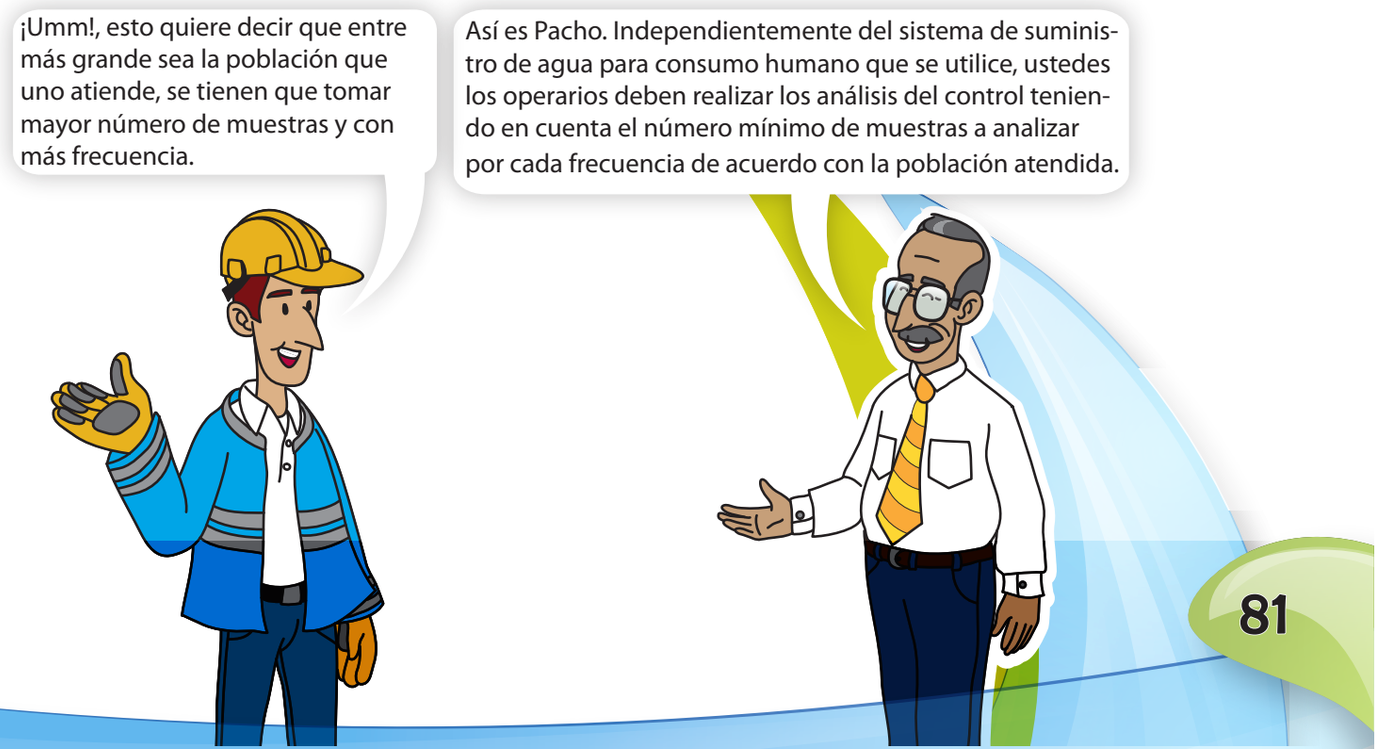
Calidad en el Agua_oct.indd 80 24/10/10 23:16

Para poblaciones mayores a cuatro millones de personas, se considera la siguiente tabla.

Tabla 15. Frecuencias y número de muestras de control de la calidad física y química del agua para consumo humano, que debe analizar la persona prestadora en la red de distribución para poblaciones mayores a cuatro millones de personas

Características	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
Turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual del desinfectante usado, residual del coagulante utilizado.	Diaria	7 muestras de acuerdo a la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional.
Alcalinidad, dureza total, hierro total, cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos.	Semanal	7 muestras de acuerdo a la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional.
COT, Fluoruros	Semestral	2
Aquellas características físicas, químicas de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgos o la Autoridad Sanitaria.	De acuerdo a lo exigido en el mapa de riesgos	De acuerdo a lo exigido en el mapa de riesgos

Fuente. MAVDT – VAS



Calidad en el Agua_oct.indd 81 24/10/10 23:16



Tabla 16. Frecuencias mínimas para la medición de un coagulante diferente a las sales metálicas de hierro y aluminio

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
Menores o igual a 2.500	Trimestral	1
2.500 - 10.000		2
10.001 - 20.000		3
20.001 - 100.000	Bimestral	1
100.001 - 500.000		2
500.001 – 800.000	Mensual	3
800.001 – 1.000.000		4
1.000.001 – 1.250.000		5
1.250.001 – 2.000.000		6
2.000.001 – 4.000.000		7
Mayor a 4.000.000		7 muestras de acuerdo a la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional.

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

Calidad en el Agua_oct.indd 82 24/10/10 23:16



¡¡Atención!!
Para el análisis del control en un municipio donde exista más de una persona prestadora, se tendrá en cuenta el número de población atendida por cada prestador en ese municipio.

Control para los análisis microbiológicos del agua para consumo humano

El control para los análisis microbiológicos de coliformes totales y *E.coli* a realizar al agua para consumo humano por las personas prestadoras en la red de distribución se sujetará, como mínimo, a las frecuencias y número de muestras de acuerdo con la población atendida, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 17. Frecuencias y número de muestras de control para los análisis microbiológicos de coliformes totales y *E. Coli* que deben ejercer las personas prestadoras en la red de distribución.

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
Menor o igual a 2.500	Mensual	1
2.501 – 10.000		3
10.001 – 20.000	Quincenal	4
20.001 – 100.000	Semanal	8
100.001 – 250.000	Diario	3
250.001 – 500.000		5
500.001 – 800.000		6
800.001 – 1.000.000		7
1.000.001 – 1.250.000		8
1.250.001 – 2.000.000		10
2.000.001 – 4.000.000		12
Mayores de 4.000.000		12 muestras de acuerdo con la frecuencia más 5 muestras por cada millón o fracción adicional.

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

Calidad en el Agua_oct.indd 83 24/10/10 23:16

Reportes de Control

Compañeros operarios: recordemos que nosotros somos los responsables de consignar los resultados de los análisis de las muestras de control en el libro de registro de control de la calidad de agua para consumo humano que, por seguridad y para evitar que alguien cambie los datos que allí escribimos , debe tener enumeradas todas las hojas. Además no puede tener tachones ni enmendaduras. Sólo se permiten aclaraciones al margen.

Este libro siempre lo debemos mantener actualizado con la siguiente información:



Libro de registro de control de la calidad de agua para consumo humano

1. Cantidad de agua captada (en la entrada de la planta de tratamiento).
2. Cantidad de agua suministrada (contabilizada por medidores en red).
3. Resultado de los análisis microbiológicos, físicos y químicos del agua, de acuerdo con los requerimientos mínimos explicados en esta guía.
4. Resultado de los análisis físicos, químicos y microbiológicos adicionales definidos en el mapa de riesgos.
5. Cantidad de productos químicos utilizados, tales como coagulantes, desinfectantes, alcalinizantes, entre otros, que deben cumplir con estándares de calidad. En el caso de los productos que están sujetos a registros sanitarios, deben indicar el número de registro del INVIMA o el número de resolución expedida por el Ministerio de la Protección Social.
6. Bitácora o libro de novedades presentadas como anomalías, emergencias, problemas en equipos y personal, calidad de insumos y actos de orden público que puedan afectar la calidad en la prestación del servicio.
7. Registro de los resultados de las evaluaciones de demanda de cloro u otro desinfectante aprobado por el Ministerio de la Protección Social.

Calidad en el Agua_oct.indd 84 24/10/10 23:16

Atención

Las autoridades sanitarias de los departamentos, distritos y municipios y la SSPD, son las entidades encargadas de la vigilancia y del control de la calidad del agua para consumo humano.



b. Procesos básicos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano por parte de la autoridad sanitaria

Las autoridades sanitarias realizan visitas de inspección sanitaria a la infraestructura del sistema de suministro de agua de las personas prestadoras una vez al año, si atienden poblaciones de hasta 100.000 habitantes y, mínimo dos veces al año, si atienden poblaciones de 100.001 habitantes en adelante.

Quienes provean polímeros orgánicos e inorgánicos destinados a la potabilización del agua, deben enviar al Ministerio de la Protección Social, los estudios avalados por organismos nacionales o internacionales respecto de los efectos en la salud humana, para que éste expida los actos administrativos correspondientes para su uso.



Calidad en el Agua_oct.indd 85 24/10/10 23:16

Análisis físicos y químicos de vigilancia

Las autoridades sanitarias competentes deben realizar como mínimo los análisis físicos y químicos de acuerdo con las frecuencias y número de muestras señalados en la siguiente tabla, teniendo en cuenta la población atendida y el mapa de riesgos elaborado.



Como autoridades sanitarias debemos vigilar la calidad del agua para consumo humano, realizando los análisis físicos, químicos y microbiológicos a través de los laboratorios departamentales y distritales de salud pública[4], siempre y cuando estén autorizados por el MPS.

4 La autoridad sanitaria departamental o distrital puede prestar directamente el servicio de análisis de laboratorio para realizar la vigilancia de la calidad del agua, o puede contratarlo con otro laboratorio de salud pública departamental o distrital.

Calidad en el Agua_oct.indd 86 24/10/10 23:16

Tabla 18. Frecuencias mínimas y número mínimo de muestras que debe realizar la autoridad sanitaria a la calidad física y química del agua para consumo humano en la red de distribución para poblaciones hasta 100.000 habitantes

Población / Característica	Menor a 2500	2.501 - 10.000	10.001 - 20.000	20.001 – 100.000
Turbiedad	Bimestral –1	Mes –1	Mes –2	Mes –3
Color aparente	Bimestral –1	Mes –1	Mes –2	Mes –3
pH	Bimestral –1	Mes –1	Mes –2	Mes –3
Cloro residual libre o residual del desinfectante	Bimestral –1	Mes –1	Mes –2	Mes –3
COT	Año –1	Año –1	Anual –2	Anual–3
Fluoruros	Año –1	Año –1	Año –1	Año –1
Residual de coagulante	Año –1	Año –1	Semestral –2	Semestral –3
Dureza total	NR	NR	Semestral–2	Semestral–3
Hierro total	NR	NR	Semestral–2	Semestral–3
Cloruros	NR	NR	Semestral–2	Semestral–3
Alcalinidad	NR	NR	NR	Semestral–3
Sulfatos	NR	NR	NR	NR
Nitritos	NR	NR	NR	NR
Nitratos	NR	NR	NR	NR
Características físicas o químicas identificadas en el mapa de riesgos	SMR	SMR	SMR	SMR
El número indica el número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia.				

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

Calidad en el Agua_oct.indd 87 24/10/10 23:16

Cuando las personas prestadoras utilicen otro tipo de coagulante, las frecuencias mínimas para la vigilancia del coagulante serán las siguientes:

Tabla 19. Frecuencias mínimas y número mínimo de muestras que debe realizar la autoridad sanitaria para vigilancia de otros coagulantes.

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
Menores o igual a 2.500	Trimestral	1
2.500 – 10.000		
10.001 – 20.000		
20.001 – 100.000	Bimestral	

Tabla 20. Frecuencias mínimas, número rutinario de muestras a analizar por cada frecuencia y número mínimo de muestras que debe realizar la autoridad sanitaria a la calidad física y química del agua para consumo humano en la red de distribución para poblaciones de 100.001 habitantes en adelante

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Características	Frecuencia mínima	Número rutinario de muestras a analizar por cada frecuencia	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
100.001 – 500.000	Turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual del desinfectante usado.	Mensual	2	6
	Alcalinidad, dureza total, hierro total, cloruros, sulfatos, residual del coagulante utilizado, nitratos y nitritos.	Bimestral	2	6
	COT, fluoruros	Anual	0	1
	Aquellas características físicas, químicas de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgos o la Autoridad Sanitaria.	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgos		

Calidad en el Agua_oct.indd 88 24/10/10 23:16

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Características	Frecuencia mínima	Número rutinario de muestras a analizar por cada frecuencia	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia
500.001–1.000.000	Turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o desinfectante usado, residual del coagulante utilizado.	Mensual	3	12
1.000.001–2.000.000			4	30
2.000.001–4.000.000			5	60
500.001–1.000.000	Alcalinidad, dureza total, hierro total, cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos.	Bimestral	3	12
1.000.001–2.000.000			4	30
2.000.001–4.000.000			5	60
500.001–4.000.000	COT, fluoruros	Anual	0	1
500.001–4.000.000	Aquellas características físicas, químicas de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgos.	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgos		
Mayor 4.000.000	Turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o desinfectante usado, residual del coagulante utilizado.	Mensual	5	60 muestras de acuerdo a la frecuencia más 20 muestras por cada millón o fracción adicional.
	Alcalinidad, dureza total, hierro total, cloruros, sulfatos, nitratos y nitritos.	Bimestral	5	
	COT, fluoruros	Anual	0	1
	Aquellas características físicas, químicas de interés en salud pública exigidas por el mapa de riesgos.	De acuerdo con lo exigido en el mapa de riesgos		

Fuente: MPS & MAVDT

Calidad en el Agua_oct.indd 89 24/10/10 23:16

Análisis microbiológicos de vigilancia

Las autoridades sanitarias deben realizar los análisis microbiológicos a las muestras de agua para consumo humano, como se establece a continuación:

Tabla 21. Frecuencia mínima y número mínimo de muestras para los análisis microbiológicos de coliformes totales y *E. Coli* de la calidad del agua para consumo humano que debe ejercer la autoridad sanitaria en la red de distribución para poblaciones hasta 100.000 habitantes.

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Frecuencia mínima	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia mínima
Menor o igual a 2.500	Bimestral	1
2.501 – 10.000	Mensual	1
10.001 – 20.000		2
20.001 – 100.000		5

Fuente: MPS & MAVDT –VAS.

Para poblaciones de 100.001 habitantes en adelante, la autoridad sanitaria competente realizará de forma rutinaria el número de muestras señaladas en la columna denominada "Número rutinario de muestras a analizar por cada frecuencia" y teniendo en cuenta las frecuencias mínimas establecidas en la Tabla 22.

Tabla 22. Frecuencia mínima y número mínimo de muestras para los análisis microbiológicos de coliformes totales y *E. Coli* de la calidad del agua para consumo humano que debe ejercer la autoridad sanitaria en la red de distribución para poblaciones de 100.001 habitantes en adelante.

Población atendida por persona prestadora por municipio (habitantes)	Frecuencia mínima	Número rutinario de muestras a analizar por cada frecuencia	Número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia mínima
100.001 – 250.000	Mensual	3	10
250.001 – 500.000		3	15
500.001 – 1.000.000		5	30
1.000.001 – 2.000.000			60
2.000.001 – 4.000.000			96
Más de 4.000.000		9	96 muestras de acuerdo con la frecuencia, más 20 muestras por cada millón o fracción adicional.

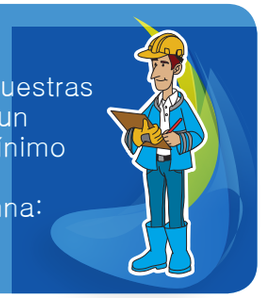
Fuente. MPS & MAVDT, 2007

Calidad en el Agua_oct.indd 90 24/10/10 23:16

Nota de interés: cuando en un municipio se suministre agua cruda por red de distribución o cuando se suministre por otros medios, la autoridad sanitaria realizará los análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua que suministran estos sistemas, teniendo en cuenta el número de habitantes que se abastecen de ellos.

Atención

Si del valor calculado del IRCA de cualquiera de las muestras puntuales, el cual se explicará más adelante, resulta un riesgo medio o mayor, deberá incrementarse como mínimo por seis meses el número de muestras de los análisis químicos, teniendo en cuenta lo señalado en la columna: número mínimo de muestras a analizar por cada frecuencia, de las tablas 20 y 22.



Reportes de vigilancia

Las autoridades sanitarias debemos consignar y mantener actualizados los resultados de los análisis de las muestras de vigilancia en el libro o registro sistematizado de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, donde no se permiten enmendaduras sino aclaraciones al margen, garantizando medidas de seguridad para evitar la alteración de los datos archivados. Dicho libro debe contener como mínimo la siguiente información:



Registro sistematizado de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano

1. Resultado de los análisis microbiológicos, físicos y químicos del agua, de acuerdo con los requerimientos mínimos señalados en la Resolución 2115 de 2007.
2. Resultado de los análisis físicos, químicos y microbiológicos adicionales definidos en el mapa de riesgos.
3. Resultados de las inspecciones realizadas a los sistemas.

Calidad en el Agua_oct.indd 91 24/10/10 23:16

Otras entidades en los procesos de vigilancia

Otras entidades como la SSPD, el INS, las alcaldías, las gobernaciones y también los departamentos, distritos y municipios, tienen responsabilidades en los procesos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. La SSPD, tiene libre acceso a los sistemas de suministro de agua, a los libros de registros estadísticos y a los diferentes inmuebles que hacen parte del sistema de suministro de agua para consumo humano para de esta forma ejercer funciones de vigilancia.

Calidad en el Agua_oct.indd 92 24/10/10 23:16



¿Qué hemos aprendido?

Conocer los procesos de control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano es muy importante para los operarios de los acueductos. Por esto, lo invitamos a que responda las siguientes preguntas y pueda autoevaluarse sobre este tema.

1. Llene la siguiente tabla sobre las frecuencias para un municipio con las siguientes características para una persona prestadora, en cuanto al control:

El Triunfo es un municipio ubicado en la cuenca del Cauca. Su población atendida es de 953.000 personas. Cuenta con una planta de potabilización de ciclo completo.

Característica	*Frecuencia*	*Número mínimo de muestras*
Turbiedad		
Color aparente		
pH		
Cloro residual		
COT		
Fluoruros		
Residual de coagulante		
Dureza		
Hierro total		
Cloruros		
Alcalinidad		
Sulfatos		

Calidad en el Agua_oct.indd 93 24/10/10 23:16

Característica	Frecuencia	Número mínimo de muestras
Nitratos		
Nitritos		
Coliformes totales		
E. Coli		

2. Falso o verdadero. El libro de registro de control de la calidad de agua para consumo humano debe contener:

a. Cantidad de agua captada.

b. Cantidad de agua suministrada.

c. Resultado de los análisis económicos de la población atendida.

d. Resultados de los análisis definidos por el mapa de riesgos.

e. Métodos de análisis microbiológico.

f. Bitácora de novedades que puedan afectar la calidad en la prestación del servicio.

g. La SSPD tiene libre acceso a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

3. Llene la siguiente tabla sobre las frecuencias para un municipio con las siguientes características para una autoridad sanitaria, en cuanto a vigilancia:

La Soledad es un municipio ubicado en la cuenca del Magdalena. Su población atendida es de 499.000 habitantes. Cuenta con una planta de potabilización de ciclo completo.

Característica	Frecuencia	Número mínimo de muestras
Turbiedad		
Color aparente		
pH		
Cloro residual		
COT		
Fluoruros		

Calidad en el Agua_oct.indd 94 24/10/10 23:16

Característica	Frecuencia	Número mínimo de muestras
Residual de coagulante		
Dureza		
Hierro total		
Cloruros		
Alcalinidad		
Sulfatos		
Nitratos		
Nitritos		
Coliformes totales		
E. Coli		

Calidad en el Agua_oct.indd 95 24/10/10 23:16

Capítulo 5
Plazos y seguimiento



Todos los operarios de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, al igual que las autoridades sanitarias, tienen unos plazos máximos establecidos por la Resolución 2115 de 2007 para adecuar los sistemas de suministro de agua a la característica de turbiedad y para realizar la vigilancia y el control de otras características, conozcamos y cumplamos dichos plazos.

Calidad en el Agua_oct.indd 96 24/10/10 23:16

a. Plazos para adecuar los sistemas de suministro de agua para consumo humano a la característica de turbiedad.

A continuación se presentan los plazos que tienen las personas prestadoras para adecuar sus sistemas de suministro de agua para consumo humano, para el cumplimiento del valor máximo aceptable de la característica de turbiedad establecido en el literal a. del capítulo 3 de esta guía, de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 23. Plazos para adecuar los sistemas de suministro de agua con el fin de dar cumplimiento al valor máximo aceptable de turbiedad

Plazos para adecuar los sistemas de suministro de agua con el fin de dar cumplimiento al valor máximo aceptable de turbiedad		
Característica	**Plazos ***	**Población atendida por persona prestadora por Municipio (habitantes)**
Turbiedad Valor objetivo: 2UNT	5 años	Hasta 100.000
	3 años	100.001 – 4.000.000
	1 año	Más de 4.000.000
* Años contados a partir de la fecha de publicación de la Resolución 2115 de 2007, la cual se dio en el diario oficial No 46.679 del 4 de julio de 2007		

Fuente. MPS & MAVDT – VAS

Sabía que...

Durante el plazo dado para el cumplimiento del valor admisible de la característica de turbiedad que es menor o igual a 2UNT, se deberá cumplir con el valor de ≤5 UNT.



b. Plazos que tienen las autoridades sanitarias y las personas prestadoras para realizar la vigilancia y el control de las características COT, residual del coagulante utilizado, nitritos, fluoruros, *Giardia y Cryptosporidium.*

El control y la vigilancia sobre las características de la tabla 24, estarán sujetos a la calificación dentro del índice de riesgo de calidad de agua – IRCA.

Calidad en el Agua_oct.indd 97 24/10/10 23:16

Si se encuentra presencia de ellas, se deberán incorporar al mapa de riesgos.

Tabla 24. Plazos dados para que las autoridades sanitarias y las personas prestadoras realicen la vigilancia y el control de las características de COT, residual del coagulante utilizado, nitritos, fluoruros, *Giardia y Cryptosporidium.*

Plazos dados para que las autoridades sanitarias y las personas prestadoras realicen la vigilancia y el control de las características de COT, residual del coagulante utilizado, nitritos, fluoruros, Giardia y Cryptosporidium.		
Características	**Plazos ***	**Población atendida por Municipio (habitantes)**
COT, residual del coagulante utilizado, nitritos y fluoruros	4	Hasta 100.000
	2	100.001 – 4.000.000
	1	Más de 4.000.000
Giardia y Cryptosporidium	8	Hasta 10.000
	6	10.001 – 20.000
	5	20.001 – 100.000
	4	1000.001 – 500.000
	3	De 500.001 en adelante
* Años contados a partir de la fecha de publicación de la Resolución 2115 de 2007, la cual se dio en el diario oficial No 46.679 del 4 de julio de 2007		

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

¡¡Atención!!

El control y la vigilancia sobre los valores de fluoruros y COT se harán por un período de dos años contados a partir de su implementación. Si se sobrepasan los valores máximos aceptables de estas características, se deberán incorporar al mapa de riesgos.



Calidad en el Agua_oct.indd 98 24/10/10 23:16



¿Qué hemos aprendido?

Conocer los plazos con los que las personas prestadoras cuentan para realizar las adecuaciones requeridas en sus acueductos, señaladas en la Resolución 2115 de 2007 para los suministros de agua, es un tema fundamental. Lo invitamos a que repase esta información, contestando las siguientes preguntas:

1. San Juan es un municipio que está a 250 Km de Bogotá. Tiene una población de 250.000 habitantes. ¿Cuál es el plazo para adecuar los sistemas de suministro de agua con el fin de dar cumplimiento al valor máximo aceptable de las siguientes características parámetros?

Característica	Plazo de adecuación
Turbiedad	
COT	
Residual de coagulante	
Nitritos	
Fluoruros	
Giardia	
Cryptosporidium	

Calidad en el Agua_oct.indd 99 24/10/10 23:16

2. Playa Linda es un municipio costero con una población de 52.560 habitantes. ¿Cuál es el plazo para adecuar los sistemas de suministro de agua con el fin de dar cumplimiento al valor máximo aceptable de las siguientes características parámetros?

Característica	Plazo de adecuación
Turbiedad	
COT	
Residual de coagulante	
Nitritos	
Fluoruros	
Giardia	
Cryptosporidium	

Calidad en el Agua_oct.indd 100 24/10/10 23:16

3. Pueblo Mayor es un municipio ubicado en el Pacífico Colombiano. Su población asciende a 2.658.300 habitantes. ¿Cuál es el plazo para adecuar los sistemas de suministro de agua con el fin de dar cumplimiento al valor máximo aceptable de las siguientes características parámetros?

Característica	Plazo de adecuación
Turbiedad	
COT	
Residual de coagulante	
Nitritos	
Fluoruros	
Giardia	
Cryptosporidium	

Calidad en el Agua_oct.indd 101 24/10/10 23:16

Capítulo 6

Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano



El Decreto 1575 de 2007 define diferentes instrumentos que permiten garantizar la calidad del agua para consumo humano. Estos son: el **índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano** (IRCA), **el índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano** (IRABAm) y **el mapa de riesgos de la calidad del agua para consumo humano.** A continuación conoceremos cada uno de ellos.

Calidad en el Agua_oct.indd 102 24/10/10 23:16

a. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA)

El IRCA es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el incumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

Para calcularlo, es necesario asignar un peso a cada una de las características que se presentan en la siguiente tabla (por incumplimiento de los valores aceptados establecidos en la resolución 2115 de 2007). Cada una de las características químicas o plaguicidas, con reconocido efecto adverso en la salud humana, así como las microbiológicas (*Giardia y Cryptosporidium),* que sobrepasen los valores máximos admisibles correspondientes, tienen un puntaje de riesgo de 100.

Tabla 25. Puntaje de riesgo para características del agua

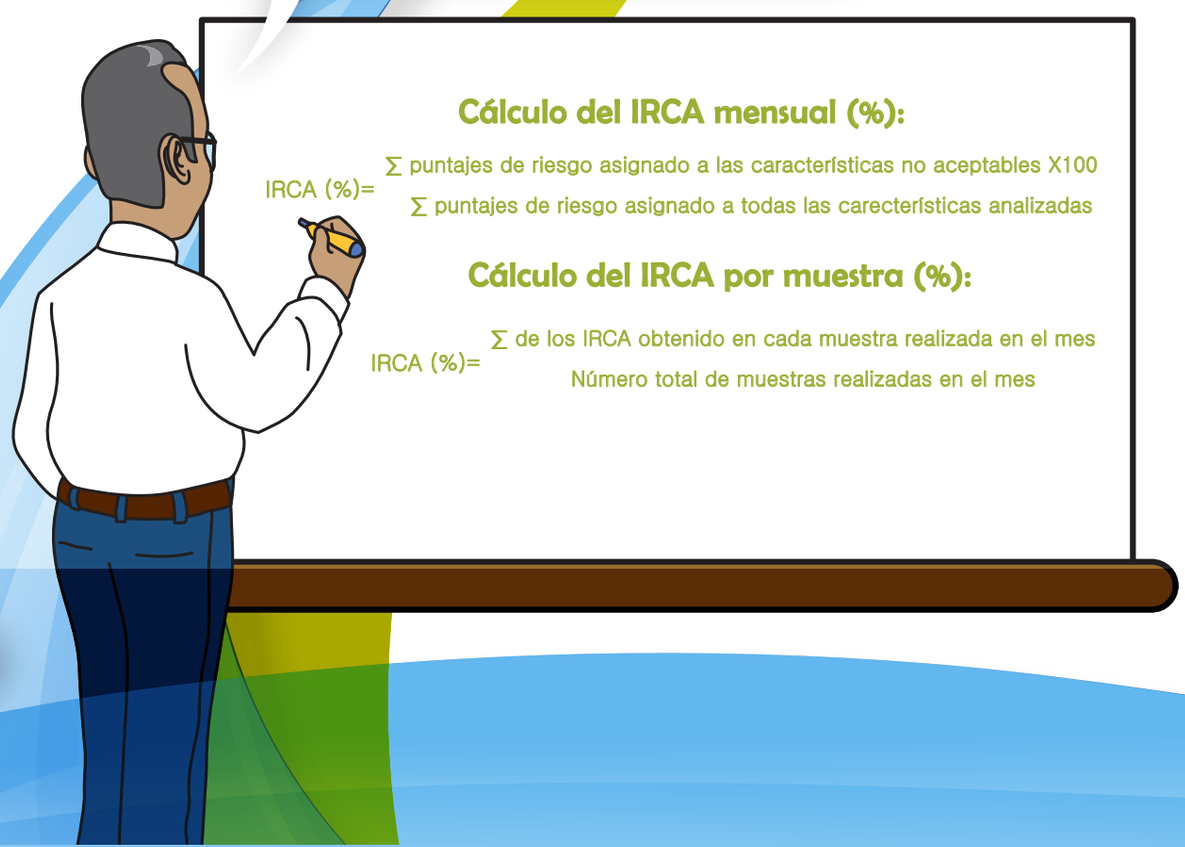
Característica	Puntaje de riesgo
Color aparente	6
Turbiedad	15
pH	1.5
Cloro residual libre	15
Alcalinidad total	1
Calcio	1
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza total	1
Sulfatos	1
Hierro total	1.5

Calidad en el Agua_oct.indd 103 24/10/10 23:16

Característica	Puntaje de riesgo
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (AL_3^+)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes totales	15
Escherichia coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

Fuente. MPS & MAVDT – VAS.

Para el cálculo del IRCA por muestra y mensual, se deben considerar las siguientes fórmulas.



Cálculo del IRCA mensual (%):

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables X100}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a todas las carecterísticas analizadas}}$$

Cálculo del IRCA por muestra (%):

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{\sum \text{de los IRCA obtenido en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

Calidad en el Agua_oct.indd 104 24/10/10 23:16

¡¡Atención!!
Cuando el valor del IRCA por muestra mensual es cero (0) puntos, cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas. En el caso de alcanzar cien puntos (100), se identifica el más alto riesgo.



A continuación se presenta la tabla de clasificación del IRCA:

Tabla 16. Clasificación IRCA

Clasificación IRCA	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificación)*	Calificación	IRCA mensual (Acciones)
80.1 –100	INVIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano	Gestión directa de acuerdo a las competencias de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 – 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.		Gestión directa de acuerdo a las competencias de la persona prestadora, de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano	Gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.		Susceptible de mejoramiento.
0 – 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano.	Continuar la vigilancia.

Fuente. MAVDT – VAS.

Calidad en el Agua_oct.indd 105 24/10/10 23:16

Las características que deben tenerse en cuenta para el cálculo del IRCA, por parte de las personas prestadoras y según la población atendida, son las contempladas anteriormente.

Los cálculos de los IRCA mensuales de control serán realizados por parte de la persona prestadora. Esta información será suministrada al Sistema Único de Información – SUI en los términos y plazos establecidos para tal efecto por la SSPD.

La autoridad sanitaria es la encargada de notificar y tomar acciones de acuerdo con la información anterior de clasificación de riesgos, con relación a los valores del IRCA por muestra y mensual. Una vez realizada la notificación se procederá a adoptar las medidas correspondientes.

El INS debe resolver las controversias presentadas entre los IRCA mensuales que calculan las autoridades sanitarias y las personas prestadoras de conformidad con el reporte de información definido para el subsistema SIVICAP y para el SUI respectivamente. De esta forma, el INS informará el resultado final a la SSPD y a las partes involucradas.



La autoridad sanitaria de los municipios[4] categoría 1, 2 y 3 es la responsable de calcular los IRCA provenientes de los resultados de las muestras de vigilancia y los reportará a la autoridad sanitaria departamental de su jurisdicción. Los IRCA de los municipios categoría 4, 5 y 6 serán calculados por la autoridad sanitaria departamental. En ambos casos, la autoridad sanitaria departamental remitirá esta información al SIVICAP del INS.

4 Ver Anexo 1. Categorías y criterios de categorización de los municipios en Colombia

Calidad en el Agua_oct.indd 106 24/10/10 23:16

Ejemplos de cálculo de IRCA

Se tiene una muestra con las siguientes características:

Característica	Valor de análisis
Turbiedad	2 UNT
Color aparente	16 UPC
pH	7
Cloro residual libre	2.4mg/lt
Coliformes totales	0 microorganismos en 100 cm_3
E. coli	0 microorganismos en 100 cm3

¿Cuál es el IRCA de esta agua?, ¿es apta el agua para consumo humano? y¿qué acciones debe hacer como operario?

Teniendo estas características se evalúa qué puntaje de riesgo le corresponde:

Característica	Valor de análisis	Valor máximo aceptable	Cumplimiento	Puntajes de riesgo asignados a las características analizadas que no cumplen	Puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas
Turbiedad	2 UNT	2 UNT	Si	-	15.0
Color aparente	16 UPC	15 UPC	No	6.0	6.0
pH	7	Entre 6.5 y 9	Si	-	1.5
Cloro residual libre	2.4 mg/l	Entre 0.3 y 2 mg/l	No	15.0	15.0
Coliformes totales	0	0	Si	-	15.0
E. coli	0	0	Si	-	25.0
Sumatoria				21.0	77.5

$$IRCA = \frac{21}{77.5} * 100\% = 27.1\%$$

Calidad en el Agua_oct.indd 107 24/10/10 23:16

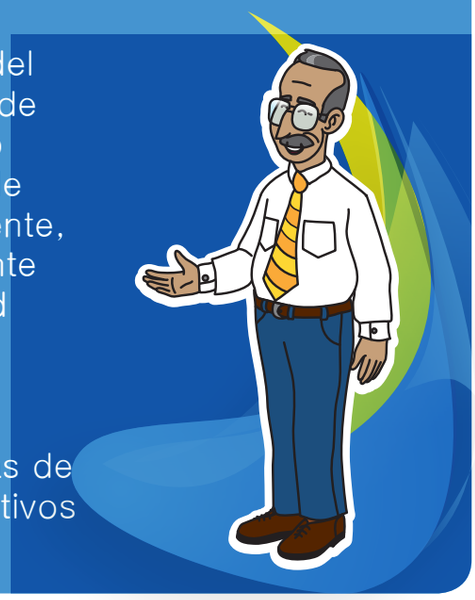
De acuerdo con la tabla 16, (Clasificación del IRCA), el riesgo es medio. El agua no es apta para consumo humano y se debe informar a la persona prestadora, COVE, al Alcalde y al Gobernador.

b. Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano – IRABAm

¡¡Atención!!

Este índice es la ponderación de los factores de tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de suministro de agua para consumo humano, así como de la distribución del agua en el área de jurisdicción del municipio correspondiente, los cuales pueden afectar indirectamente la calidad del agua y, por ende la salud humana.

Tiene por objeto asociar el riesgo a la salud humana causado por los sistemas de abastecimiento y establecer los respectivos niveles de riesgo.



$$IRABAm = \left(\frac{\sum IRABApp}{tpp}\right)(0.6) + (IRDm)(0.4)$$

Donde,

m	=	Municipio
pp	=	Persona prestadora
tpp	=	Total de personas prestadoras que calcularon el IRABApp
IRABApp	=	Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora
IRDm	=	Índice de riesgo por distribución en el municipio

Calidad en el Agua_oct.indd 108 24/10/10 23:16

El IRDm es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio. El máximo puntaje equivale a 100 puntos.

El cálculo del IRABApp se desarrolla a partir de la siguiente ecuación:

$$IRABApp = 100 - (IT + IC)$$

Donde,

pp = Persona prestadora

IT = Índice de tratamiento, el cual es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora. El máximo puntaje equivale a ochenta (80) puntos.

IC = Índice de continuidad, el cual es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. El máximo puntaje equivale a veinte (20) puntos.



¡¡Atención!!

El valor del IRABAm, al igual que el del IRCA, oscilará entre cero (0) y cien (100) puntos. Es cero (0) cuando cumple con las condiciones aceptables para cada uno de los criterios de tratamiento, distribución y continuidad del servicio y cien (100) puntos para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

Para el cálculo del índice de tratamiento IT, se suman los puntajes asignados considerando la siguiente tabla:

Calidad en el Agua_oct.indd 109 24/10/10 23:16

Tabla 27. Criterios y puntajes para el cálculo del índice de tratamiento

Criterio de asignación de puntos	Puntaje Máximo	Descripción tratamiento - Criterio	Puntaje asignado
Procesos: corresponden a la existencia y funcionamiento de los procesos necesarios de tratamiento de agua para consumo humano, incluyendo los insumos requeridos para el cumplimiento de las exigencias de la Resolución 1575 de 2007, de acuerdo con la calidad de agua que alimenta el sistema y teniendo en cuenta la aplicación del RAS 2000.	50	Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	50
		Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	25
		Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	15
		Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	10
		Si sólo requiere desinfección y ésta se realiza	50
		Si sólo realiza desinfección	15
		Si no hay ningún tipo de tratamiento	0
Dotación básica de laboratorio en planta de tratamiento: la persona prestadora debe contar con los equipos mínimos necesarios para realizar los ensayos descritos. Se le asignará 3 puntos por cada equipo utilizado.	15	Prueba de jarras	3
		Demanda de cloro	3
		Turbiedad	3
		Color	3
		pH	3

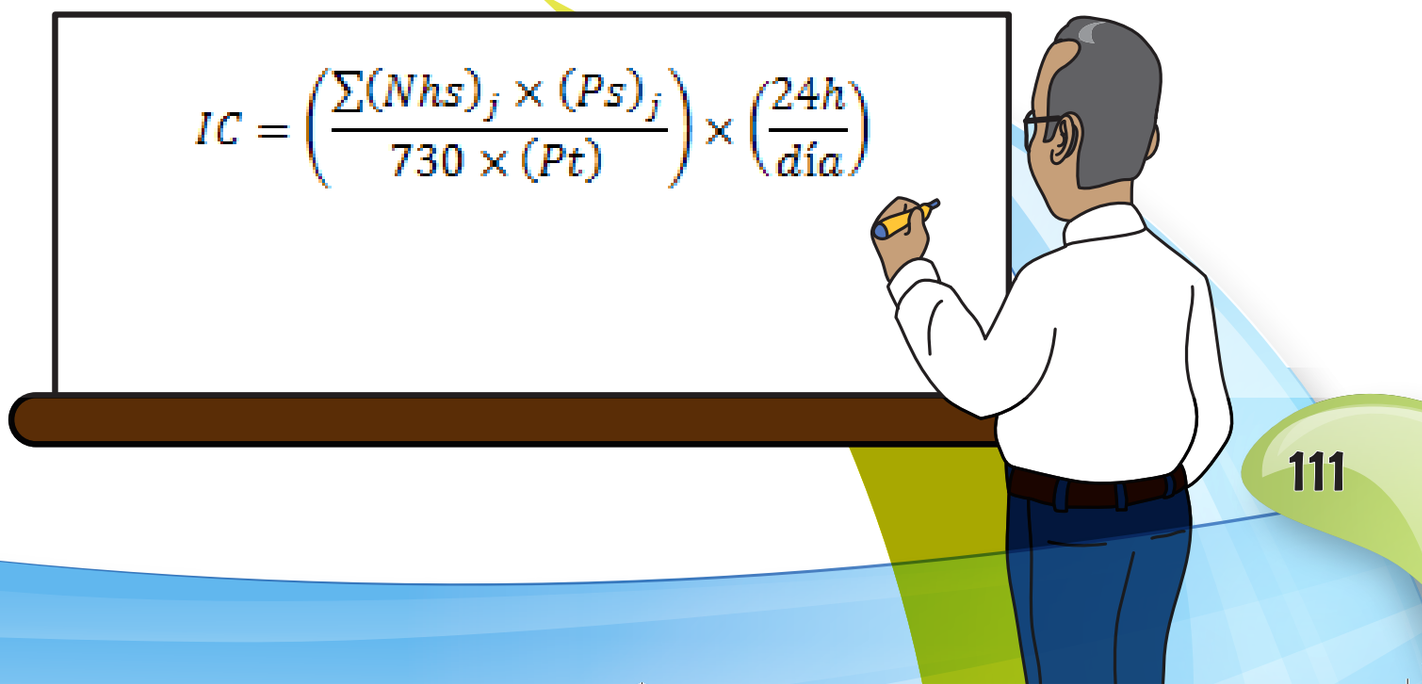
Calidad en el Agua_oct.indd 110 24/10/10 23:16

Criterio de asignación de puntos	Puntaje Máximo	Descripción tratamiento - Criterio	Puntaje asignado
Trabajadores certificados: la persona prestadora deberá contar en la planta de tratamiento con trabajadores certificados de conformidad con las Resoluciones 1076 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan, que hacen referencia al Plan Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica para el sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y sobre el plan de certificación de las competencias laborales de sus trabajadores.	15	Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	15
		Entre el 50% y el 89% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	10
		Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	0

Fuente:. MAVDT – VAS.

Para el cálculo del índice de continuidad (IC), se debe considerar la siguiente fórmula:

$$IC = \left(\frac{\sum (Nhs)_j \times (Ps)_j}{730 \times (Pt)} \right) \times \left(\frac{24h}{día} \right)$$



Calidad en el Agua_oct.indd 111 24/10/10 23:16

Donde,

$(Nhs)_j$ = Número de horas prestadas en un mes en el sector j

$(Ps)_j$ = Población servida del sector j

730 = Número de horas que tiene un mes

(Pt) = Población total servida por la persona prestadora

Los valores asignados de acuerdo con las horas de servicio prestado, están establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 28. Puntaje para el índice de la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano

Continuidad del servicio - IC	Puntaje
0– 10 horas/día (insuficiente)	0
10.1– 18 horas/día (no satisfactorio)	10
18.1– 23 horas/día (suficiente)	15
23.1 – 24 horas/día (continuo)	20

Fuente: MAVDT – VAS

Para el cálculo del índice de riesgo por distribución en el municipio – IRDm, se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

IRDm = 100-[(E1x%Red) + (E2x%Pilas) + (E3x%Carrotanque) + (E4xOtros) + (G * F)]

Los puntajes se asignarán al municipio con los siguientes criterios, donde:

% Red	=	Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.
% Pilas	=	Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas.
% Carrotanques	=	Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques.
% Otros	=	Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.

Calidad en el Agua_oct.indd 112 24/10/10 23:16

G	=	Número total de conexiones domiciliarias/ Número de viviendas
F	=	Constante, valor de 10.

De esta forma, los puntajes asignados para calificar cada forma de distribución son los siguientes:

E1	=	90 puntos
E2	=	50 puntos
E3	=	10 puntos
E4	=	5 puntos

Teniendo en cuenta el promedio de los IRABApp e IRABAm, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo a la salud humana, las acciones según el tratamiento, la continuidad por parte de las personas prestadoras y la distribución a nivel municipal:

Tabla 29. Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm

Clasificación Iraba (%)	Nivel de Riesgo a la Salud	ACCIONES	
		IRABApp Persona prestadora	IRABAm
70.1 -100	MUY ALTO	Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, bajo la verificación de la SSPD.	El Alcalde, con el apoyo del Gobernador, propondrá un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD.
40.1- 70	ALTO	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, bajo la verificación de la SSPD.	El Alcalde, con el apoyo del Gobernador, propondrá un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD.

Calidad en el Agua_oct.indd 113 24/10/10 23:16

Clasificación Iraba (%)	Nivel de Riesgo a la Salud	ACCIONES	
		IRABApp Persona prestadora	IRABAm
25.1 – 40.0	MEDIO	La persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.	El Alcalde propondrá y ejecutará acciones correctivas a mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución.
10.1 – 25.0	BAJO	La persona prestadora debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.	El Alcalde propondrá y ejecutará acciones correctivas para eliminar el índice de riesgo por distribución.
0 – 10.0	SIN RIESGO	La persona prestadora cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio.	El municipio cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio en toda el área de su jurisdicción.

Fuente: MAVDT – VAS.



¡¡Atención!!

La persona prestadora suministrará anualmente la información de los índices mensuales de continuidad (IC) al SUI, requeridos para el cálculo del IRABApp. Anualmente, las autoridades sanitarias departamentales, distritales y municipales categorías 1, 2 y 3, reportarán los datos requeridos para el cálculo del índice de tratamiento (IT) y el índice de riesgo por distribución municipal (IRDm) al subsistema SIVICAP.

Calidad en el Agua_oct.indd 114 24/10/10 23:16

Los índices mensuales de continuidad por persona prestadora y por municipio serán suministrados por la SSPD a través del SUI, y al INS quien los utilizará para el cálculo de los IRABApp e IRABAm, avalados por el MPS. Dichas entidades tendrán acceso directo al SUI mediante conexión con el subsistema SIVICAP.

Ejemplo de cálculo de IRABA

Un municipio tiene dos personas prestadoras con las siguientes características:

Persona prestadora	Descripción
PPa	Realiza algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo, tiene los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH y cuenta con el 80% de los trabajadores certificados. Suministro de agua contínuo.
PPb	Realiza todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente, tiene los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH y cuenta con todos los trabajadores certificados. Suministro de agua suficiente.

El total de la población del municipio recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.

Calcular el IRABAm.

En primer lugar, es necesario calcular el índice de tratamiento (IT). Para esto, se ubica en la tabla 27, denotando que en cuanto a procesos de tratamiento, para el PPa, el valor es de 15 puntos, mientras que para el PPb es de 25.

En cuanto a la dotación básica de laboratorio en planta de tratamiento, se muestra que ambas personas prestadoras tienen todos los equipos, lo que les otorga una calificación de 15 puntos a cada uno.

En cuanto a los trabajadores certificados, a la PPa le corresponden 10 puntos, mientras que a la PPb 15.

Calidad en el Agua_oct.indd 115 24/10/10 23:16

El IT se calcula sumando estos tres puntajes como se muestra a continuación:

PPa	15 + 15 + 10 = 40
PPb	25 + 15 + 15 = 55

El segundo paso consiste en calcular el IC. Al revisar la tabla 28 de continuidad del servicio, a la PPa le corresponde un puntaje de 20 mientras que a la PPb sólo 15.

Aplicando la fórmula: IRABApp = 100 – (IT + IC),

$IRABA_{PPa} = 100 - (40 + 20) = 40$

$IRABA_{PPb} = 100 - (55 + 15) = 30$

Ahora se procede a calcular el IRDm con la ecuación:

IRDm = 100-[(E1x%Red) + (E2x%Pilas) + (E3x%Carrotanque) + (E4xOtros) + (G * F)]

Como el total de la población del municipio recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución. El % Red = 1, y los %Pilas, % Carrotanque y %Otros son iguales a cero.

IRDm = 100-[(90x1) + (50x0) + (10x0) + (5x0) + (1*10)] = 0

Finalmente se procede a calcular el IRABAm:

$$IRABAm = \left(\frac{\sum IRABA_{pp}}{t_{pp}}\right)(0.6)+(IRDm)(0.4)$$

Despejando,

$$IRABAm = \left(\frac{40+30}{2}\right)(0.6)+(0)(0.4)$$

Calculando,

$$IRABAm = 21$$

Revisando la tabla de clasificación, con un IRABA de 21, encontramos que el riesgo para la salud es bajo. La acción que debe tomar la persona prestadora es eliminar, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio. Por su parte, el municipio (representado por el Alcalde), deberá ejecutar las acciones correctivas para eliminar el índice de riesgo por distribución.

Calidad en el Agua_oct.indd 116 24/10/10 23:16

c. Mapa de Riesgos de Calidad del Agua para Consumo Humano

La autoridad sanitaria departamental o distrital y la autoridad ambiental competente, son las responsables de elaborar, revisar y actualizar el mapa de riesgos de calidad del agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento y de distribución en la respectiva jurisdicción, según los lineamientos que establezcan los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Para tal efecto, deberán coordinar con los Comités de Vigilancia Epidemiológica (COVE), departamentales, distritales y municipales, con las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano y con la administración municipal, la identificación de los factores de riesgo y las características físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua aferentes a las captaciones de acueducto que puedan afectar la salud humana, contribuyendo con ello a las acciones de inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades competentes.

La revisión y actualización del mapa de riesgos de la calidad del agua para consumo humano de los sistemas de abastecimiento y red de distribución de la respectiva jurisdicción, se hará anualmente con base en la información suministrada por las autoridades ambientales competentes y Secretarías de Planeación Municipal, según las normas legales vigentes.

Para la elaboración de los mapas de riesgo, se deberán tener en cuenta entre otros aspectos, los usos del suelo definidos en el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el ordenamiento de las cuencas realizado por las autoridades ambientales competentes.

Calidad en el Agua_oct.indd 117 24/10/10 23:16



¿Qué hemos aprendido?

El Decreto 1575 de 2007 define los instrumentos que permiten garantizar la calidad de agua para consumo humano. A continuación lo invitamos a responder algunas preguntas sobre éstos:

1. El IRCA es la sigla para I_____ de R_____ de la C_____ del A_____ para consumo humano.

2. El IRCA indica el _____ de _____ de _____ relacionadas con el incumplimiento de las características _____, _____y_____delaguapara_____ humano.

3. Cuando el valor del IRCA es _____ puntos, cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas. En caso de alcanzar 100 puntos, se identifica el más _____ _____ y no _____ .

4. Llene el siguiente cuadro, de acuerdo con la clasificación del IRCA:

Clasificación IRCA	Nivel de Riesgo	Notificación	Acciones
45			
21			
99			
4			

Calidad en el Agua_oct.indd 118 24/10/10 23:16

5. Cesarín es un municipio que atiende a 35.000 habitantes. Al revisar la información analizada para el punto de muestreo, se encontró lo siguiente.

Responda en la columna de la derecha si cumple o no cumple:

Turbiedad	**4 UNT**	
Color aparente	**12 UPC**	
pH	**4**	
Cloro residual libre	**13 mg/lt**	
Coliformes totales	**2 microorganismos en 100 cm3**	
E. coli	**1 microorganismo en 100 cm3**	

a. ¿Cuál es el IRCA para este Municipio?

b. ¿Es apta el agua para consumo humano?

c. ¿Qué acciones debería tomar como operario del sistema?

Calidad en el Agua_oct.indd 119 24/10/10 23:16

Llene la siguiente tabla, con base en la información suministrada en el punto 5 del municipio con base en lo que se entregó y analizó en las preguntas anteriores:

Característica	Valor de análisis	Valor máximo aceptable	Cumplimiento	Puntajes de riesgo asignados a las características analizadas que no cumplen	Puntajes de riesgo asignados a cada una de las características analizadas
Turbiedad					
Color aparente					
pH					
Cloro residual libre					
Coliformes totales					
E. coli					
Sumatoria					

6. Rosales es un municipio que atiende a 123.269 habitantes. Al revisar la información analizada para el punto de muestreo, se encontró lo siguiente.

Responda en la columna de la derecha si cumple o no cumple:

Turbiedad	1 UNT	
Color aparente	10 UPC	
pH	6.5	
Cloro residual libre	3 mg/lt	
Coliformes Totales	0 microorganismos en 100 cm3	
E. coli	0 microorganismo en 100 cm3	

a. ¿Cuál es el IRCA para este Municipio?

Calidad en el Agua_oct.indd 120 24/10/10 23:16

b. ¿Es apta el agua para consumo humano?

c. ¿Qué acciones debería tomar como operario del sistema?

Llene la siguiente tabla, con base en la información suministrada:

Característica	Valor de análisis	Valor máximo aceptable	Cumplimiento	Puntajes de riesgo asignados a las características analizadas que no cumplen	Puntajes de riesgo asignados a cada una de las características analizadas
Turbiedad					
Color aparente					
pH					
Cloro residual libre					
Coliformes totales					
E. coli					
Sumatoria					

7. El Terrón es un municipio minero con una población de 650.000 habitantes. Realiza todos los procesos requeridos para la potabilización del agua para consumo humano. Tiene los equipos requeridos para hacer los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH. Sus trabajadores han sido certificados, demostrando que cuentan con las suficientes aptitudes. El suministro de agua que proveen es suficiente. Los habitantes de El Terrón reciben agua para consumo humano por medio de una red de distribución. Calcular el IRABAm.

Calidad en el Agua_oct.indd 121 24/10/10 23:16

Capítulo 7

Disposiciones comunes



A continuación se presentan algunos temas muy importantes a considerar, los invitamos a leer con atención.

Calidad en el Agua_oct.indd 122 24/10/10 23:16

a. Sistemas de información

El Ministerio de la Protección Social, en coordinación con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Instituto Nacional de Salud, definirán e implementarán un enlace entre el Subsistema de Vigilancia de Calidad del Agua Potable y el Sistema Único de Información de los Servicios Públicos, para analizar la información relacionada con lo dispuesto en el Decreto 1575 de 2007.

b. Informe nacional de la calidad del agua

El Ministerio de la Protección Social, en coordinación con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Instituto Nacional de Salud, están encargados de elaborar y publicar anualmente el Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que tiene por objeto evaluar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Decreto 1575 de 2007, con base en la información suministrada por las Direcciones Departamentales y Distritales de Salud, las autoridades ambientales competentes y las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano.

c. Laboratorios de análisis de agua

El Ministerio de la Protección Social es el encargado de autorizar anualmente a los laboratorios que pueden realizar los análisis físicos, químicos o microbiológicos al agua para consumo humano, tanto para control como para vigilancia y diagnóstico general, los cuales deben cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos:

1. Infraestructura, dotación, equipos y elementos de laboratorio necesarios para realizar los análisis.
2. Personal competente en esta actividad.
3. Participar en el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad del Agua Potable (PICCAP), que lidera el Instituto Nacional de Salud cuya inscripción es anual.
4. Tener implementado un Sistema de Gestión de la Calidad y Acreditación por Pruebas de Ensayo ante entidades nacionales o internacionales que otorguen dicho reconocimiento.

Calidad en el Agua_oct.indd 123 24/10/10 23:16

d. Concesiones de agua para consumo humano

Para efectos de la expedición o renovación de las concesiones de agua para consumo humano, el interesado, antes de acudir a la autoridad ambiental competente, deberá obtener la correspondiente autorización sanitaria favorable, la cual será enviada por la misma autoridad sanitaria a la autoridad ambiental que corresponda, para continuar con los trámites de concesión.

Para obtener la correspondiente autorización sanitaria favorable, el interesado debe presentar ante la autoridad sanitaria departamental competente la caracterización del agua que se va a utilizar para consumo humano y el sistema de tratamiento propuesto, de acuerdo con la Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico o la que la modifique, adicione o sustituya, el mapa de riesgos y lo dispuesto en el Decreto 1594 de 1984 o la norma que lo modifique, adicione o sustituya.

En este caso, la autoridad sanitaria departamental se hará cargo de la expedición de la autorización sanitaria respectiva para todos los municipios de su jurisdicción, independientemente de su categoría, para lo cual, ésta se pronunciará con respecto a la autorización previa a la concesión, dentro de los 30 días siguientes a la fecha del recibo completo de la información.

e. Análisis de vulnerabilidad

Toda persona natural o jurídica que realice diseños o estudios para un sistema de suministro de agua, deberá incluir en éstos, los riesgos y peligros potenciales, naturales y provocados, mediante un análisis de vulnerabilidad, teniendo en cuenta el mapa de riesgos realizado en la zona.

f. Plan operacional de emergencia - Plan de contingencia

El plan operacional de emergencia debe tener en cuenta los riesgos de mayor probabilidad indicados en los análisis de vulnerabilidad y contar con medidas, acciones, definición de recursos y procedimientos a utilizar en situaciones de emergencia. Este plan debe mantenerse actualizado y debe garantizar las medidas inmediatas a tomar en el momento de presentarse la emergencia, evitando a toda costa riesgos para la salud humana.

Las personas prestadoras que suministran o distribuyen agua para consumo humano, deberán enviar los planes de contingencia al Comité Local para la Prevención y Atención de Desastres (CLOPAD), a la autoridad sanitaria y a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Calidad en el Agua_oct.indd 124 24/10/10 23:16

Los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptarán una guía que incorpore los criterios y actividades mínimas que deben contener los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgos y los planes de contingencia.

g. Activación del plan de contingencia

Cuando ocurra una anomalía o un evento que deteriore la calidad del agua y pueda afectar la salud humana, las personas prestadoras deberán activar su plan de contingencia para que se tomen las medidas necesarias para restablecer la prestación del servicio en el menor tiempo posible y asegurar la calidad del agua a consumir.

La persona prestadora, en coordinación con la autoridad sanitaria de la jurisdicción, realizará y enviará al Ministerio de la Protección Social, a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y al Instituto Nacional de Salud el informe de las acciones, ajustes y compromisos adquiridos para restablecer el servicio público de acueducto.

h. Declaratoria del estado de emergencia de vuelta a la normalidad

Las autoridades sanitarias podrán declarar el estado de emergencia sanitaria para el sistema de suministro de agua, cuando se presenten hechos o situaciones que pongan en riesgo la salud de la población, y en coordinación con las personas prestadoras, están obligadas a informar de este hecho inmediatamente a las demás autoridades administrativas locales por escrito y a la comunidad usuaria, por los medios masivos de comunicación.

La declaratoria de vuelta a la normalidad por las autoridades sanitarias se hará previo informe del Comité Local, Departamental o Regional de Emergencias cuando se haya subsanado la situación de anormalidad y se garantice por el prestador del servicio el abastecimiento de agua para consumo humano a la población, cumpliendo con las normas y criterios de calidad establecidos en el Decreto 1575 de 2007.

i. Sistemas de alarma

Todo sistema de suministro de agua contará en la entrada a la planta de tratamiento y de ser posible en la captación, con un sistema de alarma que permita detectar desde un comienzo la posible contaminación tóxica en el agua y proceder a tomar las medidas pertinentes.

Calidad en el Agua_oct.indd 125 24/10/10 23:16

j. Aplicación de medidas sanitarias de seguridad

Sin perjuicio de las competencias atribuidas a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y a la autoridad ambiental respectiva, las direcciones departamentales, distritales y municipales de salud, categoría especial 1, 2 y 3, podrán aplicar medidas sanitarias de seguridad cuando exista riesgo inminente para la salud pública de conformidad con lo previsto en los artículos 576 y siguientes de la Ley 09 de 1979.

Las medidas sanitarias de seguridad tienen por objeto prevenir o impedir que la ocurrencia de un hecho o la existencia de una situación, atenten contra la salud de la comunidad. Son de ejecución inmediata, transitorias y se aplicarán sin perjuicio de las sanciones a que hubiere lugar. Se levantarán por la autoridad sanitaria, cuando se compruebe que han desaparecido las causas que las originaron y contra ellas no procede recurso alguno.

k. Certificación por competencias laborales

Los trabajadores de las personas prestadoras: operarios, técnicos y tecnólogos, así como los técnicos o inspectores de la Autoridad Sanitaria (Secretarías de Salud municipales o departamentales), encargados de la vigilancia de la calidad del agua, deben estar certificados en sus competencias laborales, en cumplimiento de lo dispuesto en las Resoluciones 1076/03 y 1570/04 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.



Fotografía 8. Operadores certificados de San Vicente de Chucurí, 2008.

Calidad en el Agua_oct.indd 126 24/10/10 23:16

Calidad del Agua para Consumo Humano

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), quedó facultado mediante el Decreto 933 del 2003 como el organismo normalizador y certificador de personas y, para el sector de agua potable y saneamiento básico, viene adelantando desde el año 2004 el Plan de Evaluación, Formación (presencial o a distancia) y Certificación de Competencias Laborales para los trabajadores de las empresas o personas prestadoras de los servicios de agua, alcantarillado y aseo tanto urbanas como rurales.



Calidad en el Agua_oct.indd 127 24/10/10 23:16

Hasta marzo de 2010 el SENA, en 78 Centros Regionales distribuidos en todo el país, había entregado 61.978 certificados a 25.799 trabajadores de oficios tan variados como fontaneros, valvuleros, operarios de estaciones de bombeo, operarios de pozos profundos, oficiales de mantenimiento de redes, operadores de plantas de potabilización, inspectores de servicio, laboratoristas, etc. Han desarrollado 71 titulaciones de oficios del agua con 92 normas técnicas de competencia laboral, las cuales son el referente para evaluar los trabajadores y determinar si "son competentes" y certificarlos en sus oficios, y si "aún no son competentes" entran a un proceso de formación complementaria hasta lograr su certificación.



Calidad en el Agua_oct.indd 128 24/10/10 23:16



Fotografía 9. Operarios certificados en Acuacar, Aguas de Cartagena, 2006.



Fotografía 10. Operarios certificados en Aguas de Manizales, 2008



Fotografía 11. Operarios certificados en Puerto Inírida, Guainía, 2009.

Calidad en el Agua_oct.indd 129 24/10/10 23:16



¿Qué hemos aprendido?

La normativa sobre calidad del agua (Decretos, Resoluciones, etc.), incluye temas adicionales. Lo invitamos a que responda las siguientes preguntas para medir su comprensión de los términos.

1. Falso o verdadero

a. El Ministerio de la Protección Social, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el INS, están encargados de elaborar y publicar anualmente el Informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano.

b. El informe Nacional de Calidad del Agua para Consumo Humano tiene por objeto evaluar el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución 2115 de 2007.

c. Un laboratorio para realizar análisis físicos, químicos o microbiológicos debe contar con infraestructura, dotación y equipos para análisis.

d. Para la expedición o renovación de concesiones de agua para consumo humano, el interesado debe acudir a la autoridad ambiental antes de obtener la autorización sanitaria favorable.

e. El plan operacional de emergencia debe considerar los riesgos de mayor probabilidad indicados en los análisis de vulnerabilidad.

f. Las personas prestadoras del servicio de agua para consumo humano deberán enviar los planes de contingencia al Ministerio de la Protección Social y al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Calidad en el Agua_oct.indd 130 24/10/10 23:16

2. ¿Qué debe hacer, como persona prestadora, cuando ocurra una anomalía que deteriore la calidad del agua y pueda afectar la salud humana?

3. ¿Quién expide y en qué consiste la declaratoria de vuelta a la normalidad, después de un estado de emergencia?

4. ¿Para qué sirve un sistema de alarma y dónde debe estar ubicado en un sistema de suministro de agua?

5. ¿Cuál es el objeto de las medidas sanitarias de seguridad?

Calidad en el Agua_oct.indd 131 24/10/10 23:16

Despedida...

Gracias por acompañarme en este camino de enseñanza sobre la calidad del agua para consumo humano, espero que los conocimientos adquiridos en el recorrido le permitan ofrecer un excelente servicio.

¡Hasta pronto!



Calidad en el Agua_oct.indd 132 24/10/10 23:16



Calidad en el Agua_oct.indd 133 24/10/10 23:16

Bibliografía

ATSDR. (11 de febrero de 2009). *Resúmenes de salud pública.* Recuperado el 19 de enero de 2010, de sitio web de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades: http://www.atsdr.cdc.gov/es/es_index.html.

Boletín Informativo del Departamento de Servicios de Salud de California. (noviembre 2006). *Posibles Efectos en la Salud Relacionados con Nitratos y Nitritos en Agua de Pozos Privados.* Recuperado el 22 de enero de 2010, del sitio web http://www.ehib.org/cma/papers/NitrateFSSpanish.pdf.

Bravo & Rodríguez, (2000). Pesticidas, salud y ambiente. *Revista Posdata Recuperado el 10 de enero de 2010, del sitio web* http://www.iibce.edu.uy/posdata/index.htm.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Teritorial, (2009). Nueva normatividad en calidad de agua y avance en su implementación por el Estado Colombiano. Presentación Power Point.

Colombia. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 0082 (16 de enero de 2008). Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano. Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de Agricultura, Decreto 1594 (26 de junio de 1984). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III– Libro II y el Título III de la Parte III –Libro I– del Decreto – Ley 2811 de 1974, en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Resolución 1096 de 2000, del Ministerio de Desarrollo Económico. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Colombia. Ministerio de la Protección Social, Decreto 1575 (9 de mayo, 2007) Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Calidad en el Agua_oct.indd 134 24/10/10 23:16

Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico, Resolución 1096 (17 de noviembre de 2007). Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 2115. (22, junio, 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de la Protección Social - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 811 (5 de marzo de 2008). Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de Salud, Resolución 2314 (24 de febrero de 1986). Por la cual se reglamenta el uso de productos químicos destinados al tratamiento de agua para consumo humano. Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (21 de mayo de 2008). Guía que amplía aspectos técnicos para la selección del punto de muestreo para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano sobre la red de distribución. Bogotá, D.C.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (noviembre de 2009). Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural y periurbano. Título J. Bogotá D.C.

FCM. (s.f.) Generalidades de la gestión pública local. Recuperado el 25 de enero de 2010 del sitio web de la Federación Colombiana de Municipios: http://www.fcm.org.co/fileadmin/Contenidos/txt/Generalidades.doc.

Calidad en el Agua_oct.indd 135 24/10/10 23:16

Organización Mundial de la Salud. Guía para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición. Volumen 1. Recomendaciones. Tercera edición. 2006.

Reynolds, T., & Richards, P. (1995). Unit Operations and Processes in Environmental Engineering (Second edition). Boston, MA, United States of America: PWS Publishing Company.

Calidad en el Agua_oct.indd 136 24/10/10 23:16

Anexos

1. Categorías y criterios de categorización de los municipios en Colombia[5]

En Colombia se ha reconocido la existencia a 1.098 municipios, que se clasifican en categorías 1 a 6 y categoría especial de acuerdo a su número de habitantes y a sus ingresos corrientes de libre destinación (ICLD). Los rangos para la clasificación de estos criterios son:

Categoría	Habitantes entre		ICLD (smmlv) entre	
Especial	>	500.001	>	400.000
1	500.000	100.001	100.000	400.000
2	100.000	50.001	50.000	100.000
3	50.000	30.001	30.000	50.000
4	30.000	20.001	25.000	30.000
5	20.000	10.001	15.000	25.000
6	<	10.000	<	15.000

La categoría 6 agrupa a los municipios con menor volumen de ICLD y/o menos habitantes. En Colombia, el 89% de los municipios está clasificado dentro de la categoría 6 para el año 2007.

Municipios por categoría 2007	
Categoría	Número de municipios
Especial	5
1	17
2	17
3	19
4	19
5	31
6	990
TOTAL	1.098

5 Tomado de la página web de la Federación Colombiana de Municipios (s.f.)

Calidad en el Agua_oct.indd 137 24/10/10 23:16

2. Valores para determinar K en función de la temperatura del agua y su pH

Tabla 1. Valores de Ct =K en mg*min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log_2

C Dosis de Cloro Aplicada mgl	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,4	24	29	35	42	16	20	23	28	12	15	17	21	8	10	12	14
0,6	25	30	36	43	17	20	24	29	13	15	18	21	8	10	12	14
0,8	26	31	37	44	17	20	24	29	13	15	18	22	9	10	12	15
1	28	31	37	45	18	21	25	30	13	16	19	22	9	10	12	15
1,2	27	32	38	46	18	21	25	31	13	16	19	23	9	11	13	15
1,4	27	33	38	47	18	22	26	31	14	16	19	23	9	11	13	16
1,8	28	33	40	48	19	22	26	32	14	17	20	24	9	11	13	16
1,8	29	34	41	49	19	23	27	33	14	17	20	25	10	11	14	16
2	29	35	41	50	19	23	28	33	15	17	21	25	10	12	14	17
2,2	30	35	42	51	20	23	28	34	15	18	21	26	10	12	14	17
2,4	30	36	43	2	20	24	29	35	15	18	22	26	10	12	14	17
2,6	31	37	44	53	20	24	29	36	15	18	22	27	10	12	15	18
2,8	37	37	45	54	21	25	30	36	16	19	22	27	10	12	15	18
3	38	38	46	55	21	25	30	37	16	19	23	28	11	13	15	18

Fuente: MAVDT – VAS.

Tabla 2. Valores de Ct =K en mg*min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para log_3

C Dosis de Cloro Aplicada mgl	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,4	37	44	52	63	25	30	35	42	18	22	26	31	12	15	18	21
0,6	38	45	54	64	25	30	36	43	19	23	27	32	13	15	18	22
0,8	39	46	55	66	26	31	37	44	20	23	28	33	13	16	19	22
1	40	47	56	67	27	32	38	45	20	24	28	34	13	16	19	23

Calidad en el Agua_oct.indd 138 24/10/10 23:16

C Dosis de Cloro Aplicada mgl	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
1,2	40	48	57	69	27	32	39	46	20	24	29	35	14	17	19	23
1,4	41	49	58	70	28	33	40	47	21	25	29	35	14	17	20	24
1,8	42	50	60	72	28	33	41	48	21	25	30	36	14	17	20	24
1,8	43	51	61	74	39	34	41	49	22	26	31	37	15	17	21	25
2	44	52	62	75	29	35	42	50	22	26	31	38	15	18	21	25
2,2	45	53	64	77	30	35	43	51	22	27	32	39	15	18	21	26
2,4	45	54	65	79	30	36	43	53	23	27	33	39	15	19	22	26
2,6	46	55	66	80	31	37	44	54	23	28	33	40	16	19	22	27
2,8	47	56	67	82	31	37	45	55	24	28	34	41	16	19	23	27
3	48	57	69	83	32	38	46	56	24	29	34	42	16	19	23	28

Fuente: MAVDT – VAS.

Tabla 3. Valores de Ct =K en mg*min/l para inactivación de coliformes por cloro libre para $\log_4$

C Dosis de Cloro Aplicada mgl	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,4	49	59	69	83	33	39	47	55	24	29	35	41	16	23	23	28
0,6	50	60	71	85	33	40	48	57	25	30	36	43	17	24	24	29
0,8	52	61	73	87	35	41	49	59	26	31	37	44	17	25	25	29
1	53	63	75	89	35	42	50	60	26	31	37	45	17	25	25	30
1,2	33	63	76	91	36	43	51	61	27	32	38	46	18	25	25	31
1,4	55	65	77	93	37	43	52	63	27	33	39	47	18	26	26	31
1,8	55	66	79	96	37	44	53	64	28	33	39	48	19	27	27	32
1,8	57	67	81	98	38	45	54	65	29	34	41	49	19	27	27	33
2	58	69	83	100	39	46	55	67	29	35	41	50	19	27	27	33
2,2	59	70	85	102	39	47	57	68	29	35	42	51	20	28	28	33
2,4	60	71	86	105	40	48	57	70	30	36	43	52	20	29	29	34
2,6	61	73	87	107	41	49	59	71	31	37	44	53	21	29	29	35

Calidad en el Agua_oct.indd 139 24/10/10 23:16

C Dosis de Cloro Aplicada mgl	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
2,8	62	74	89	109	41	49	59	73	31	37	45	54	21	30	30	36
3	63	75	91	111	42	51	61	74	31	38	45	55	21	31	31	37

Fuente: MAVDT – VAS

Estas tablas están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda de cloro.

Calidad en el Agua_oct.indd 140 24/10/10 23:16

Glosario

Acidez: contenido o concentración de iones de hidrógeno en una solución, que se expresa con un valor en la escala del pH. Capacidad de una sustancia para liberar protones. Una solución es ácida si la concentración de hidrógeno (H) es mayor que la de iones de hidróxido (OH).

Agua cruda: es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización.

Agua dura: agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve en forma deficiente en esta agua.

Aguas subterráneas: todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo.

Aguas superficiales: toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, reservorios, charcas, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales.

Alcalinidad: contenido en iones de hidrógeno de una solución. Se consigna en el indicador de pH. Se opone a la acidez. Capacidad de una sustancia para neutralizar los ácidos al combinarse con ellos.

Cloro residual libre: es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito.

Coagulante: sustancia química que induce el aglutinamiento de partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

Coliformes totales: bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO_2) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la b–galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

Calidad en el Agua_oct.indd 141 24/10/10 23:16

Coloides: partículas tan finas que no sedimentan si no se someten a una coagulación previa. Su tamaño oscila entre 10 y 1000 angstroms. Tienen una carga neta negativa y obstruyen membranas. Éstos pueden ser bacterias, sílice y arcilla.

Conductividad: capacidad del agua líquida para transportar una carga eléctrica la cual está directamente relacionada con la concentración de iones.

Contaminante: toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos o formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna, o cualquier elemento ambiental, altere o modifique su composición natural y degrade su calidad.

Cryptosporidium: protozoo, parásito (animal de una sola célula) relacionado con la enfermedad de criptosporidiosis que puede transmitirse a través del agua potable. La criptosporidiosis puede causar diarrea aguda, dolor abdominal, vómitos y fiebre que pueden prolongarse durante dos semanas en los adultos sanos, pero puede ser crónica o mortal en personas con alguna vulnerabilidad particular (edad, estado de salud).

DL_{50}: estimación estadística de la dosis mínima necesaria para matar el 50% de una población de animales de laboratorio bajo condiciones controladas. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso del animal.

Enfermedad aguda: se llaman enfermedades agudas aquellas que tienen un inicio y un fin claramente definidos. Generalmente son de corta duración, aunque no hay un consenso en cuanto a qué plazos las definen.

Enfermedad crónica: aquellas enfermedades de larga duración, cuyo fin o curación no puede preverse claramente o no ocurrirá nunca. Por término medio, toda enfermedad que tenga una duración mayor a tres meses puede considerarse como crónica.

Escherichia Coli: bacilo aerobio Gram negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la b galactosidasa y b glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

Floculación: aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

Calidad en el Agua_oct.indd 142 24/10/10 23:16

Giardia: un microorganismo que es comúnmente encontrado en superficies de aguas sin tratamiento y que puede ser eliminado por filtración. Es resistente a los desinfectantes como el cloro.

Jurisdicción: territorio en que una autoridad ejerce sus facultades.

Lecho: fondo de un área cubierta de agua (río, lago, mar), por lo general en forma permanente.

Patógeno: microorganismo que puede causar enfermedades en otros organismos, ya sea en humanos, animales o plantas.

Persona Jurídica: entidad sujeto de derechos y obligaciones, constituida por Ley y que no existe como individuo humano sino como institución (ej. Sociedades, organizaciones, empresas, entre otras).

Persona Natural: todo ser humano.

pH: el pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. Indica la concentración de iones hidronio [H_3O+] presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno".

Planta de tratamiento: conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable.

Sedimentación: proceso de clarificación de las aguas residuales mediante la precipitación de la materia orgánica o la materia putrescible. Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

Sustrato: materia donde se desenvuelven los diversos seres vivos de los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos.

UPC: medida de color aparente del agua.

Virus: agente infeccioso específico, considerado como el ser vivo más primitivo. invade vegetales, animales y bacterias. Solamente se multiplica dentro de la célula huésped. Presenta tamaño submicroscópico.

Calidad en el Agua_oct.indd 143 24/10/10 23:16



Libertad y Orden

República de Colombia
Ministerio de Ambiente, Vivienda
y Desarrollo Territorial

Calidad en el Agua_oct.indd 144 24/10/10 23:16