



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

2023

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y MANEJO DE AGUAS CRUDAS.....	7
2.1	VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES	7
2.2	EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y MANEJO DE AGUAS CRUDAS	7
2.2.1	Operación y mantenimiento del sistema de aprovechamiento de aguas de la quebrada la Toroba y quebrada Aguas Frías	7
3.	DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN	10
3.1	REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL OPERADOR	11
3.2	CARACTERÍSTICAS, DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS UNIDADES Y LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO.....	11
3.2.1	Sistema de mezcla rápida	11
3.2.2	Descripción, operación y mantenimiento del sistema de floculación	12
3.2.3	Descripción, operación y mantenimiento del sistema de sedimentación.....	13
3.2.4	Descripción, operación y mantenimiento del sistema de filtración.....	15
3.2.5	Descripción, operación y mantenimiento del proceso de cloración	16
3.2.6	Descripción, operación y mantenimiento de tanques de almacenamiento y de succión de agua potable.....	24
3.2.7	Descripción, operación y mantenimiento de sistema de bombeo de agua potable....	27
3.3	CONTROL Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE	28
3.3.1	Toma de muestras para análisis	29
3.3.2	Análisis de laboratorio y parámetros de calidad de aguas	31
3.3.3	Ensayos básicos realizados en la planta de potabilización.....	33
3.4	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO GENERAL EN LA PLANTA.....	39
4.	MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	42
4.1	CONTROL Y MANTENIMIENTO DE REDES Y ACCESORIOS	42
4.1.1	Optimización y expansión de las redes de distribución del centro poblado.....	42
4.1.2	Operación y mantenimiento de las redes de distribución del centro poblado.....	42
4.1.3	Aforo y regulación de caudales	43
4.1.4	Suspensiones del servicio para mantenimientos.....	43

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

4.1.5	Inspección y verificación de válvulas	44
4.1.6	Instalaciones Domiciliarias (Conexiones)	45
4.1.7	Cortes y reconexiones del servicio de acueducto	47
4.1.8	Reparación de tuberías y accesorios	47
4.2	CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA Y DE CONSUMOS DE AGUA	48
4.2.1	Control de pérdidas de agua en la planta de potabilización	49
4.2.2	Control de pérdidas de agua en la red de distribución	49
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1.	CONCENTRACIONES MÍNIMAS RECOMENDADAS PARA EL CLORO RESIDUAL LIBRE COMPARADAS CON LAS DE CLORO RESIDUAL COMBINADO, PARA ASEGURAR UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA.....	17
TABLA N° 2.	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA POTABLE	32
TABLA N° 3.	VALORES ADMISIBLES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE ..	33
TABLA N° 4.	ÍNDICE DE FLOCULACIÓN DE WILLCOMB.....	37
TABLA N° 5.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	40

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1.** FORMATOS TÉCNICOS DEL ACUEDUCTO
- ANEXO 2.** EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO
- ANEXO 3.** EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN
- ANEXO 4.** FICHAS TOXICOLÓGICAS

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ADUCCIÓN: Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

AFLUENTE: Es el agua cruda que entra a una planta de tratamiento, o algún sistema.

AFORO: Es la medida del caudal, o de la cantidad de agua que pasa en un determinado tiempo por algún sistema, siendo las formas más comunes de aforar, las volumétricas, los correntómetros u otros instrumentos previamente calibrados como canaletas Parshall, vertederos triangulares, etc.

AGUA CRUDA: Agua superficial o subterránea, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

AGUA POTABLE: Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta para el consumo humano y cumple con las normas de calidad del agua.

ALMACENAMIENTO: Acción destinada a almacenar un volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL AGUA: Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA: Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

CAVITACIÓN: Ruidos como de piedras chocando contra los álabes del impulso.

CLORACIÓN: Aplicación de cloro al agua, generalmente para desinfectar o para oxidar compuestos indeseables

CLORO RESIDUAL LIBRE: Concentración de Cloro existente en un punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN: Proceso por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas llamadas floc de mayor tamaño y peso en ciertas condiciones de pH.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

COAGULACIÓN: Desestabilización de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

COAGULANTES: Sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

COLIFORMES: Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

COLOIDES: Sólidos finamente divididos (no disuelven) que permanecen dispersos en un líquido por largo tiempo debido a su menor diámetro y a la presencia de una carga eléctrica en su superficie.

DESARENADOR: Componente destinado a la remoción de arenas y sólidos. Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

DOSIFICACIÓN: Es la adición continua en cantidades previamente definidas, de una sustancia química, que ayuda a eliminar impurezas o contaminaciones orgánicas del agua.

EFLUENTE: Es el agua que sale de una planta de tratamiento, o de algún sistema.

ESCARIFICAR: Picar la arena con una pala o pico y luego nivelarlo con un rastrillo.

ESCHERICHIA COLI - E-COLI: Bacilo aerobio Gram Negativo. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

EQUIPO DE JARRAS: Consta de un agitador múltiple de velocidad variable que puede crear turbulencia a 6 vasos de precipitado simultáneamente. Este trata de reproducir las condiciones en las cuales se reproduce la floculación y la mezcla rápida en la planta de tratamiento.

FILTRACIÓN: Proceso por el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

FLOCULACIÓN: Aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada.

LODOS: Acumulación de sedimentos que se presentan en las estructuras debido a la sedimentación.

MICROCUEENCA: Área de influencia de una quebrada o río, delimitada por condiciones geomorfológicas y que abarca todo tipo de vida que afecte el ecosistema.

OPERADOR DE PLANTA: Persona encargada de la operación, vigilancia, mantenimiento y producción de agua potable.

pH metro: Se utiliza con el fin de medir el efecto del pH, después de la adición de sulfato de aluminio y otros coagulantes.

PLANTA DE TRATAMIENTO: Es la estructura física donde se llevan a cabo un conjunto de operaciones y procesos sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.

SEDIMENTACIÓN: Proceso por el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa la adición de químicos coagulantes.

SISTEMA DE ACUEDUCTO: Para el caso del Municipio de Pedraza, estará conformado por: captación, aducción, planta de potabilización, tanque de almacenamiento, red de distribución.

SULFATO DE ALUMINIO O ALUMBRE: Sustancia química que se adiciona al agua cruda para desestabilizar las partículas y formar flóculos. Es una sal trivalente de color marfil, que al hidrolizarse (asociarse con el agua) produce iones negativos, las cuales neutralizan la carga de los coloides o partículas suspendidas en el agua y permiten su coagulación – floculación.

TIEMPO DE CONTACTO PARA EL DESINFECTANTE: Es el tiempo requerido desde la aplicación del desinfectante al agua hasta la formación como producto del residual del desinfectante, de forma que esa concentración permita la inactivación o destrucción de los microorganismos presentes en el agua.

TURBIDÍMETRO: Aparato empleado para realizar la medición de turbiedad del agua, es uno de los parámetros más importantes para caracterizar los procesos de floculación y sedimentación.

VÁLVULAS: Son accesorios que permiten controlar la dosis de químicos o la regulación de caudales en tuberías y/o estructuras.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

1. INTRODUCCION

Cimitarra es un Municipio ubicado en el departamento de Santander, Colombia, se encuentra ubicado a 200 kilómetros de la capital del departamento, Bucaramanga, y sus coordenadas son 06°18'48"N 73°73'57" O.



La planta del Municipio de Cimitarra es un modelo de floculación mecánica y sedimentación acelerada construida en concreto, las fuentes de abastecimiento son las Quebrada la Toroba y Agua fría, el caudal de diseño es de 50 litros por segundo y es operada las 24 horas del día. Fue construida en el año 1998. El municipio tiene estratos 1, 2, 3, los cuales tienen un subsidio de 70%, 40%, 30% respectivamente, comercial y oficial. Esta información fue suministrada por MOISES GOMEZ RODRIGUEZ de la empresa Aguas de cimitarra S.A.S E.S.P.

Ubicada en las siguientes coordenadas: Norte: 06°18'28.6"

Este: 73°57'18.4"

Altura: 212 ±4

Componentes de la planta tipo:

- Aforo (Canal en concreto)
- Mezcla rápida (Vertedero triangular)
- Dosificación de químicos (Concreto y tanque plástico)
- Floculación (Mecánica)
- Sedimentación (Acelerada)
- Filtración (Concreto)
- Tanque de lavado del filtro (Concreto)
- Tanque de almacenamiento (Concreto)

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	-------------------------------------

El número de usuarios en el casco urbano es de 4922 y el número de habitantes por usuarios es 4, para un total de 19688.

2. DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y MANEJO DE AGUAS CRUDAS

2.1 VIGILANCIA Y CONSERVACIÓN DE LAS FUENTES

Las quebradas La Toroba y Aguas Frías, la primera hace parte de la cuenca del río Carare y la segunda hace parte de la cuenca del río Guayabito, estas fuentes actualmente abastecen la población actual y abastecerán a la población futura de Cimitarra, las bocatomas para la captación de agua se localiza aproximadamente a los 254 msnm a 1011474 Este y 1182510 Norte, para la captación la Toroba y 244 msnm, 1013315 Este y 1185632 Norte para la captación Agua Fría, estas se ubican entre relieve montañoso, vegetación espesa y fincas ganaderas.

El cuidado de la fuente de abastecimiento del acueducto del centro poblado de Cimitarra, quebrada La Toroba y quebrada Agua Fría, es fundamental para garantizar la estabilidad de la oferta hídrica requerida en cantidad y calidad; por tanto, el supervisor del acueducto, debe inspeccionar la zona periódicamente (al menos dos veces por año), con el objeto de establecer si se ha presentado algún fenómeno natural, o actividad humana que afecte, o pueda afectar, su oferta hídrica.

Independientemente de si existe o no un diagnóstico de la microcuenca, cuando cambien abruptamente las condiciones del agua de la fuente, el supervisor del acueducto deberá coordinar una visita de reconocimiento, hasta donde considere que se abarca la influencia de agentes externos en la cuenca o microcuenca, con el fin de establecer las prioridades en materia de revegetación, saneamiento hídrico y cultura ambiental.

2.2 EL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y MANEJO DE AGUAS CRUDAS

Este sistema lo conforman las captaciones ubicadas sobre las quebradas Agua Fría y La Toroba, los sistemas de retención de arenas en concreto reforzado (desarenador) y la aducción desde las bocatomas hasta los desarenadores y de estos últimos hasta la planta de potabilización de agua. A continuación se describen las características de cada uno de sus componentes.

2.2.1 Operación y mantenimiento del sistema de aprovechamiento de aguas de la quebrada la Toroba y quebrada Aguas Frías

2.2.1.1 Operación y mantenimiento del desarenador

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

Al desarenador se le deben realizar las actividades de operación y mantenimiento que se detallan a continuación:

Semanalmente:

- 1 Retirar el material flotante (hojas, papeles, etc.) por medio de un cedazo
- 1 Extraer las arenas decantadas en la tolva, esto se hará por medio de una infraestructura que consta de una válvula de purga en la parte inferior del desarenador para posteriormente verterlas en el caño más cercano y recuperar la capacidad de almacenamiento de la tolva.

Quincenalmente:

- 1 Desocupar la estructura, lavar los muros y pisos con cepillos, para remover mohos y adherencias; además se debe revisar internamente, con el fin de detectar y corregir oportunamente cualquier indicio de grietas; para realizar dicha operación, se debe abrir la válvula ubicada en la parte inferior de la estructura.
- 1 Se deben retirar y disponer adecuadamente, todos los materiales depositados en la cámara de entrada, con ayuda de un balde y un palustre.

Trimestralmente:

- 1 Se deberán podarse y retirarse la maleza y basura existente en las zonas aledañas a la estructura.

Anualmente:

- 1 Anualmente debe realizar mantenimiento estructural y mecánico de todos los elementos que conforman el desarenador, tales como vertederos, válvulas, tuberías, entre otros.

De todas las actividades realizadas, el operador debe diligenciar el formato de control que se presenta en el Anexo 1 así como el reporte de todas las anomalías que se detecte.

2.2.1.2 Operación y mantenimiento de Vertedero triangular

En los vertederos el caudal es función de la altura de la lámina de agua sobre la cresta de vertedero. De acuerdo con esa altura el caudal se puede tabular y medir por medio de una escala graduada en L/s. o en otras unidades de caudal. También puede existir un indicador de caudal de lectura directa sobre un “dial” al

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

cual le llegan las señales por un sistema de poleas movido por un flotador, que puede instalarse dentro del canal de aproximación al vertedero.

Para el correcto funcionamiento de estos equipos el mantenimiento mínimo debe ser el siguiente:

- 1 Cada vez que se vaya hacer una lectura de caudal, previamente debe retirarse toda clase de materiales que sean arrastrados hasta el vertedero y que pueda producir modificaciones en la altura de la lámina de agua, que se traduce en inexactitud de la lectura de caudal.

Canal de Aforo PTAP del Municipio de Cimitarra.



Mensualmente:

- 1 Debe calibrarse el indicador comprobando que la lectura cero (0) coincide con la cota de la cresta del vertedero.

2.2.1.3 Operación y mantenimiento de la aducción de agua cruda.

Las labores de operación y mantenimiento de la aducción de agua cruda se reducen solo a realizar las siguientes actividades básicas:

- 1 Todos los elementos (válvulas de control, de purga, y ventosas) que conforman la aducción de agua cruda se deben inspeccionar regularmente en todo su recorrido, para detectar y corregir fugas o daños; adicionalmente después de aguaceros, o algún corte del flujo, deben operarse las purgas y ventosas para remover impurezas, sacar el aire de la red y verificar el normal funcionamiento de estos dispositivos.
- 1 En caso de que sea necesario suspender el servicio de las conducciones por labores de mantenimiento programado, la suspensión no debe ser mayor de 10

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

36 horas y se debe informar previamente a la comunidad para que se aprovisione de agua.

- 1 Todas las labores de reparación y mantenimiento realizadas en las conducciones y sus componentes deben quedar registradas en los formatos que se presentan en el **Anexo 1**.
- 1 La aducción debe ser inspeccionada en toda su longitud mínimo una vez por mes. Para hacer inspección el operador recorrerá todo el trazado de la línea, comenzando en el sitio de captación y terminando el recorrido en el punto donde se entrega a la planta de tratamiento.

3. DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN

El desconocimiento de los principios que rigen un sistema de tratamiento de aguas para consumo, al igual que la baja capacitación del personal operativo o la deficiencia en dotación de equipos para su monitoreo y control, puede convertir en fallido un proyecto e incluso, generar efectos aún más adversos que el problema que se pretende solucionar.

Ninguna planta de tratamiento funciona por sí sola; siempre será necesaria la logística para su monitoreo y control, además del personal debidamente capacitado para su adecuada operación y mantenimiento, así como disponer de los recursos, equipos e insumos requeridos, para garantizar el funcionamiento eficiente y continuo del sistema.

Este capítulo tiene como objetivo presentar algunas directrices que el jefe de la unidad del servicio de acueducto debe seguir y con las cuales debe confeccionar una guía detallada de tareas y procedimientos de operación y mantenimiento de la planta de potabilización; es importante por tanto, que este instructivo sea estudiado, revisado y actualizado por el personal que opera la planta de potabilización, para obtener un documento que le sirva a cualquier operador nuevo que llegue a laborar a la planta.

La operación adecuada de la planta de potabilización es fundamental para garantizar la producción continua de agua potable; el operador de planta tiene la responsabilidad de desarrollar las actividades de operación y asegurar la eficiencia de la planta.

En consecuencia, se presentarán a continuación los procedimientos básicos para el manejo de los componentes y procesos del sistema de potabilización del agua, tales como: La unidad de floculación, sedimentación, filtración y los equipos e insumos de dosificación de sulfato de aluminio y cloro, la correcta operación de los

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

procesos unitarios, permitirá garantizar la eficiencia del sistema integral y la potabilidad del agua producida.

Finalmente, debe reiterarse que si las unidades no se operan correctamente, se alteran los parámetros de diseño, afectando la calidad del agua producida, en contraste la correcta operación del sistema hace que el mantenimiento sea más ágil y fácil lo que repercute también en su eficiencia y en menores costos de producción del agua potable.

3.1 REQUISITOS Y RESPONSABILIDADES DEL OPERADOR

El talento humano (en este caso los operadores) es fundamental en la planta de potabilización, ya que de ellos depende en gran medida el bienestar de la comunidad; por tal razón a continuación se detallan o listan los mínimos requisitos y las responsabilidades que requieren los operadores de la planta de potabilización.

- ✚ Poseer los conocimientos y habilidades requeridas para desempeñar el cargo.
- ✚ Tener cierta habilidad para tomar decisiones inmediatas acertadas en relación con su trabajo y las labores que realiza.
- ✚ Mostrar interés para investigar todos los procesos y operaciones que se presentan en cada unidad de tratamiento que conforma la planta de potabilización.
- ✚ El operador tiene la responsabilidad moral y total por el buen funcionamiento de la planta y la óptima calidad del agua que suministra, sin que pueda delegarla a nadie.
- ✚ Debe asumir los riesgos que sean necesarios frente a la toma de decisiones, que por razón de su trabajo, le puedan ocasionar algún perjuicio.
- ✚ No debe ocultar ningún tipo de información a su Jefe o subalternos inmediatos, que pueda ir en perjuicio del normal funcionamiento de la planta y el suministro de agua.

3.2 CARACTERÍSTICAS, DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DE LAS UNIDADES Y LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

3.2.1 Sistema de mezcla rápida

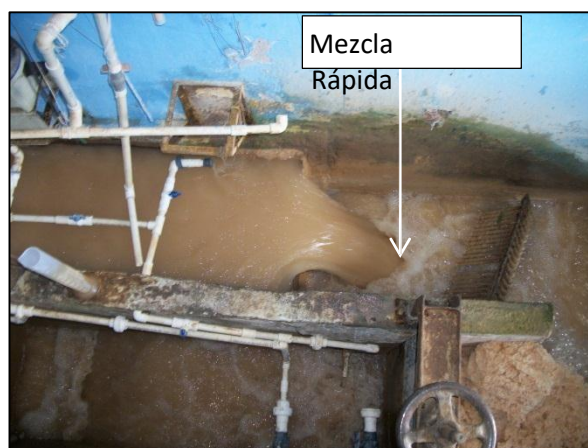
Las partículas suspendidas que causan turbiedad y color en el agua las cuales se caracterizan por tener tamaños muy pequeños y una carga eléctrica que las hace repelerse unas a otras, por lo tanto requieren de un proceso llamado coagulación.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

La coagulación es la neutralización de esas cargas eléctricas, para poderlas aglutinar y hacer que se precipiten, la remoción de las cargas eléctricas también se denomina desestabilización de las partículas suspendidas y se logra mediante la adición de sustancias químicas, las cuales se conocen como **coagulantes**.

La acción del coagulante comienza en el instante mismo en que se agrega al agua y dura solo fracciones de segundos, al mezclar un coagulante en el agua, éste se hidroliza y puede producir la desestabilización de las partículas, por simple adsorción específica de los productos de hidrólisis, al sedimentar, estos coágulos hacen un efecto de barrido, atrapando en su recorrido otras partículas, que se incorporan a los microflóculos en formación.

Figura Mezcla rápida de la PTAP del Municipio de Cimitarra.



3.2.2 Descripción, operación y mantenimiento del sistema de floculación

La coagulación o desestabilización de las partículas coloidales suspendidas en el agua, se realiza para aglutinarlas y formar partículas de mayor tamaño que forman grumos detectables a simple vista y compuestos por precipitados del coagulante que, por su acción de adsorción y barrido, se adhieren al material suspendido que tiene el agua.

Los grumos formados por esa aglomeración de coagulante con partículas, reciben el nombre de flóculos, y la estructura donde se producen se denomina floculador; la floculación no sólo permite eliminar partículas que causan turbiedad y color en el agua, sino también bacterias y otros organismos patógenos, incluyendo sustancias que producen olor y sabor. El agua floculada permite remover fácilmente los flóculos formados en el sedimentador dejándola clarificada y más fácil de filtrar, obteniendo así un agua de mejor calidad.

3.2.2.1 Operación y mantenimiento del floculador

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

Por sus características hidráulicas el floculador requiere las labores específicas de operación y mantenimiento que se resumen a continuación:

- 1. Verificar diariamente que la dosificación y la mezcla rápida operen satisfactoriamente.
- 2. Verificar en qué parte del floculador se están empezando a formar los flóculos, normalmente ocurre en los compartimientos iniciales de la primera cámara.
- 3. Llenar un vaso de vidrio (Beaker) en la entrada al floculador subirlo a la altura de los ojos y observar si se empiezan a formar flóculos.
- 4. Realizar el mismo procedimiento a la salida del floculador para observar el tamaño del flóculo; normalmente el flóculo debe estar bien formado, en caso contrario estaría indicando que la mezcla y/o la dosificación es defectuosa y presenta problemas
- 5. El exceso de lodos debe removerse cada unidad en forma continua, cada vez que sea necesario, lo cual exige atención operativa permanente, Purgar cada 2 días los lodos sedimentados en el floculador hacia el tanque espesador de lodos proyectado, por medio de la válvula de purga. Para esto se debe abrir la válvula ubicada en el fondo de la unidad tres veces para generar movimiento en la masa de lodos y luego abrir por un tiempo de 90 segundos para permitir la evacuación total del los lodos de cada floculador.
- 6. Constatar visualmente o con la ayuda de una vara o pértiga, si se produce sedimentación y retirar los sólidos flotantes de la superficie del agua.

Todos los procedimientos anteriores deben verificarse mediante la realización de ensayos y la utilización de los insumos. El mantenimiento de la unidad de floculación se debe realizar cada dos meses y en horas de mínimo consumo con el tanque de almacenamiento en lo posible lleno antes de suspender el ingreso de agua a la planta cerrando la válvula ubicada antes de la entrada al canal de ingreso, para evitar alteraciones en el suministro de servicio:

- 1. Una vez suspendido el ingreso del agua a la PTAP se debe evacuar el lodo concentrado en el fondo del floculador hacia el tanque espesador de lodos, una vez realizado este procedimiento, se debe de cerrar la válvula hacia el tanque espesador y abrir la válvula que permite evacuar las aguas hacia el alcantarillado interno del PTAP. Una vez vaciado el floculador, se lavan las paredes y el fondo, con chorro de agua a presión y con la válvula completamente abierta.
- 2. Finalmente, una vez realizada la limpieza del floculador se debe cerrar la válvula de mariposa de la zona extractora de lodos y se abre lentamente la válvula mariposa a la entrada antes del dosificador, que permite el paso de agua al

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

canal de entrada, para proceder a su llenado, este procedimiento se debe realizar con bajos caudales para evitar posibles daños en las unidades de tratamiento.

- 🔧 El operador debe anotar en los formatos de control que se muestran en el Anexo 1, así como en el libro diario (Bitácora), las actividades de mantenimiento realizadas durante la jornada de trabajo, a las unidades de la planta.

Figura. Floculadores de la PTAP del Municipio de Cimitarra



3.2.3 Descripción, operación y mantenimiento del sistema de sedimentación

El sistema de sedimentación es un tanque donde la velocidad del agua disminuye hasta niveles muy bajos para permitir que los flóculos formados en el proceso de floculación, se asienten en el fondo; mientras más grandes y pesados sean los flóculos, más rápidamente se asientan dentro del sedimentador, por eso es necesario saber que dosis de coagulante es precisa para producir los flóculos más pesados y así garantizar una mayor eficiencia de la sedimentación lo que se traduce en una mínima turbiedad remanente.

3.2.3.1 Operación y mantenimiento del sedimentador

Deben realizarse las siguientes actividades de operación y mantenimiento:

- 🔧 Determinar la turbiedad y el color del agua sedimentada cada hora.
- 🔧 Comprobar constantemente si por el afluente hay salida de flóculos.
- 🔧 Retirar el material flotante por medio de una nasa o cedazo.
- 🔧 Verificar si existe desprendimiento de burbujas de aire, originadas por fermentación de lodos.

Para realizar la purga del sedimentador se debe tener en cuenta:

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

- 1 Purgar una vez cada cuatro días el sedimentador para conducir el lodo generado hacia el tanque espesador por medio de la válvula de purga. Para esto se debe abrir la válvula ubicada en el fondo abriendo y cerrando (palanquear) unas tres veces para generar movimiento en la masa de lodos y luego abrir por un tiempo de 90 segundos para permitir la evacuación total del material lodoso del sedimentador hacia el tanque espesador de lodos.
- 1 Cuando se realice una parada por un período de tiempo prolongado (mayor de 24 horas), debe mantenerse un residual de cloro por lo menos de 5,0 mg/l, o en su defecto vaciar completamente la unidad para evitar la fermentación de los lodos en el fondo.

Cada dos meses junto con la unidad de floculación se debe programar el mantenimiento del sedimentador, para lo cual se deben seguir las siguientes instrucciones:

- 1 Una vez suspendido el ingreso del agua a la PTAP se debe evacuar el lodo concentrado en el fondo del sedimentador hacia el tanque espesador de lodos, una vez realizado este procedimiento, se debe de cerrar la válvula hacia el tanque espesador y abrir la válvula que permite evacuar las aguas hacia el alcantarillado interno de la PTAP, una vez vaciado el sedimentador, se lavan las paredes y el fondo, así como los paneles de sedimentación y la canaleta recolectora, usando para esto chorro de agua a presión y cepillo, dejando la válvula de desagüe totalmente abierta.
- 1 Finalmente se cierra la válvula de purga y se abre nuevamente la válvula tipo wafer de entrada a la PTAP, para proceder al llenado del sedimentador.

Durante el tiempo que dura el lavado se debe tener lleno el tanque de almacenamiento para evitar cortes en el suministro de agua potable. El operador debe diligenciar los formatos de control que se presentan en el Anexo 1, así como el libro diario (Bitácora), con las actividades de mantenimiento realizadas durante la jornada de trabajo.

Figura 8. Sedimentadores de la PTAP del Municipio de Cimitarra



	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

3.2.4 Descripción, operación y mantenimiento del sistema de filtración

Consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso, normalmente de arena, en el cual actúan una serie de mecanismos de remoción cuya eficiencia depende de las características de la suspensión (agua más partículas) y del medio poroso. Este proceso se utiliza como único tratamiento cuando las aguas son muy claras o como proceso final de pulimento en el caso de aguas turbias. Los medios porosos utilizados además de la arena que es el más común son la antracita, el granate, la magnetita, el carbón activado, la cáscara de arroz, la cáscara de coco quemada y molida y también el pelo de coco en el caso de los filtros rápidos. En los filtros lentos lo más efectivo es usar exclusivamente arena; no es recomendable el uso de materiales putrescibles.

3.2.4.1 Operación y mantenimiento de los filtros

- 1 El operador debe tener especial cuidado con la operación de lavado del filtro a fin de obtener una limpieza efectiva del medio filtrante y evitar problemas de formación de bolas de barro o enlodamiento del material filtrante que lo vuelve gelatinoso. Cada 5 años se debe hacer una prueba de granulometría para analizar el requerimiento de extraer el material filtrante para ser lavado con cloro concentrado al 10% y medir la cantidad de material perdido para sustituirlo.
- 1 Los procesos de floculación y sedimentación deben controlarse de tal manera, que la calidad del agua que llega a los filtros, sea uniforme y tenga menos de 10 unidades de turbiedad; turbiedades mayores pueden causar una colmatación más rápida del lecho, obligando a carreras muy cortas y generando gran pérdida de agua en dicho proceso.
- 1 El operador debe evitar turbulencias indebidas y agitación de los lechos filtrantes (antracita y arena) durante el proceso de llenado de los filtros.
- 1 Se deberá determinar periódicamente la turbiedad y el color en el efluente de los filtros.
- 1 El operador debe remover continuamente con cedazo toda la espuma y material flotante.
- 1 Cada seis meses se deben revisar todos los elementos de operación de los filtros y efectuar mantenimiento preventivo.
- 1 Cada año se debe programar el mantenimiento periódico de cada módulo de filtración, desocupándolo totalmente, para revisar cuidadosamente válvulas y reponer la arena y/o la antracita que se hubiere perdido en los lavados.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

3.2.4.2 Lavado del filtro

El proceso de lavado se realiza de la siguiente manera:

- 1 El sistema es autolavable, por lo tanto no necesita lavado en contra corriente por bombeo ni intervención de operador, por ello cuenta con un dispositivo de almacenamiento en la parte superior para lavar con cuatro veces el caudal de diseño.
- 1 Las aguas de lavado deberán ser conducidas por tubería hacia el desagüe previsto para ello.
- 1 El operador debe estar pendiente durante el periodo de lavado, verificando que no se escape material filtrante, en caso de que se presente, debe cerrar una parte de la válvula existente a la salida del sistema, inmediatamente debe comunicarlo al supervisor encargado, para que tome las medidas necesarias para corregir esta anomalía y evitar la pérdida del lecho.
- 1 Para el efectivo control del proceso de filtración, se debe medir la turbiedad del efluente en el filtro. El valor de tal parámetro se debe reportar en el formato correspondiente. La turbiedad debe medirse al menos una vez durante la carrera de operación del filtro (Ver Anexo 1).

Tanques de lavado de los Filtros de la PTAP del Municipio de Cimitarra



3.2.5 Descripción, operación y mantenimiento del proceso de cloración

La aplicación del desinfectante se realiza en el tanque de almacenamiento del filtro, por medio de un sistema de dosificación de cloro gaseoso el cual contará con una bomba, un eyector y un rotámetro con el cual se calibrará la cantidad necesaria de cloro a dosificar.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

La cloración de las aguas de abasto, representa el proceso más importante y vulnerable, usado para la obtención de agua potable. Como se verá más adelante, el proceso será tan eficaz como lo sea el control que se ejerza para garantizar que el sistema recibe cloro continuamente y en cantidad proporcional al gasto, para que produzca una desinfección eficaz. La desinfección significa la destrucción de la población de bacterias patógenas.

El tiempo mínimo requerido para que el cloro actúe, o reaccione, debe ser de 15 minutos, pero sería preferible que transcurrieran varias horas para poder garantizar una desinfección efectiva sin que el agua llegue al consumidor con una concentración de cloro residual que podría ser inconveniente, debido a la presencia de sabores y olores. Si se quiere tener éxito en la desinfección del agua, el cloro debe agregarse de manera que:

- 1 Se mezcle de manera homogénea, continua y completa en toda el agua a tratar.
- 2 Se aplique en cantidad suficiente para el tipo de agua que se esté tratando, según las condiciones prevalecientes y así lograr el nivel de tratamiento deseado.

La cantidad de “cloro suficiente” varía en los diversos sistemas de abasto y conocerla es una de las tareas normales de operación de la planta. La prueba para determinar la cantidad de cloro requerida se denomina “ensayo de demanda de cloro”

La Tabla 1 indica la concentración mínima deseable de cloro residual libre, después de un período de desinfección de 10 minutos, en comparación con la concentración mínima deseable de cloro residual combinado, después de un período de desinfección de 60 minutos, a los valores de pH que se especifican.

TABLA N° 1. CONCENTRACIONES MÍNIMAS RECOMENDADAS PARA EL CLORO RESIDUAL LIBRE COMPARADAS CON LAS DE CLORO RESIDUAL COMBINADO, PARA ASEGURAR UNA DESINFECCIÓN EFECTIVA

Valor del pH	Concentración mínima de cloro residual LIBRE, (mg/l) con un período de desinfección de 10 minutos cuando menos	Concentración mínima de cloro residual COMBINADO (en mg/l) con un período de desinfección de 60 minutos cuando menos
-------------------------	---	---

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

6,0	0,2	1,0
7,0	0,2	1,5
8,0	0,4	1,8
9,0	0,8	No es practicable
10 0	1 0	No es practicable

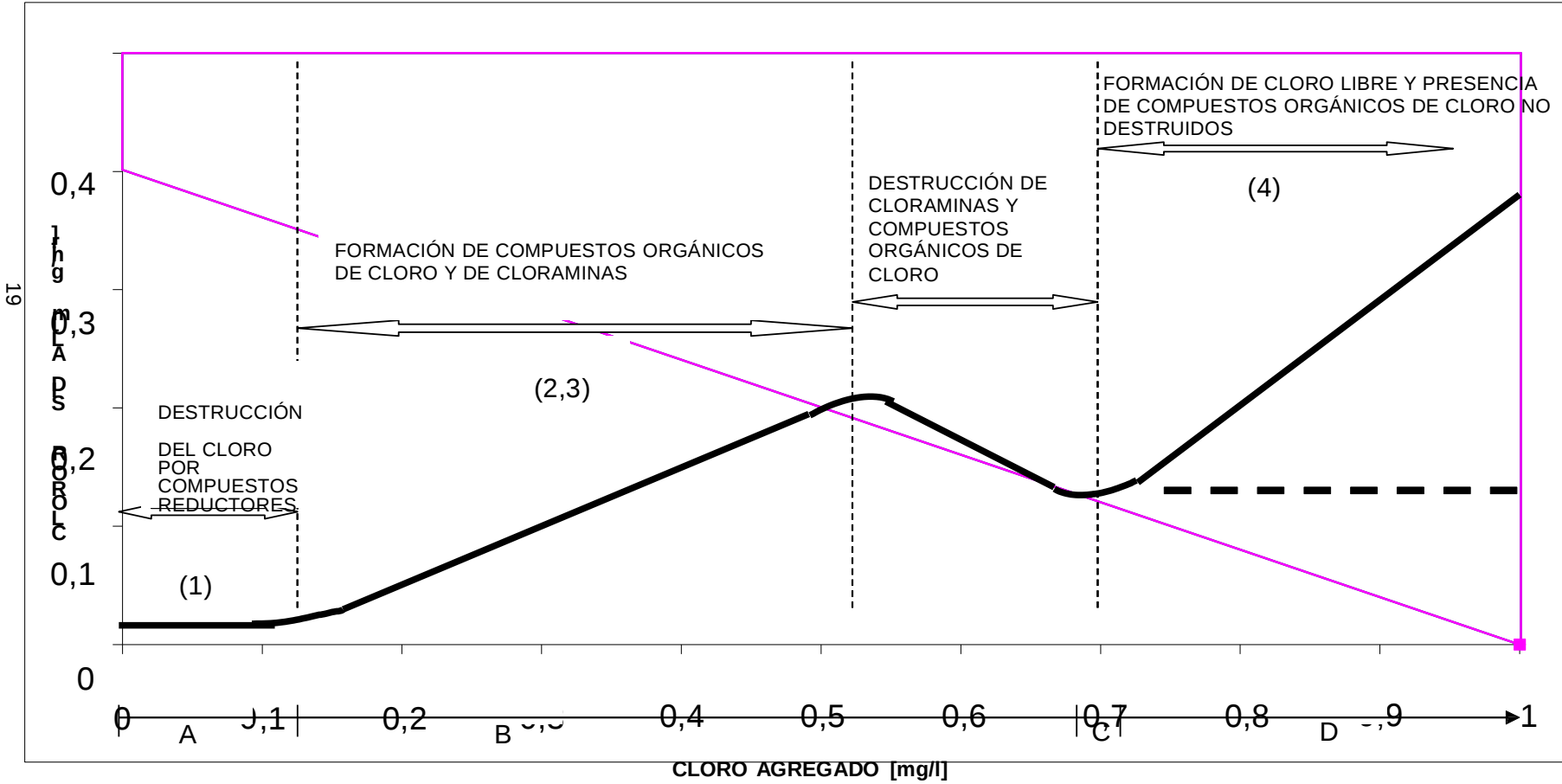
3.2.5.1 Parámetros de operación

Los parámetros o factores que influyen en la desinfección y que son posibles de controlar en la operación son:

- ⚡ Demanda de cloro: Es la diferencia entre la cantidad de cloro aplicado al agua y el cloro residual disponible al final de un período de contacto; es decir, que es la cantidad de cloro necesaria para oxidar la materia orgánica.
- ⚡ Dosis óptima de cloro. Es la dosis de cloro que se debe agregar a un volumen de agua para garantizar la destrucción de los microorganismos que pueden estar presentes. Para adoptar una dosis de cloro, se debe investigar cuál es la curva de demanda de cloro para el agua y con base en ésta, fijar la dosis y la zona en la curva, la cual deseamos desinfectar.
- ⚡ Concentración de cloro residual: La concentración de cloro residual en el sistema de distribución debe estar entre 0,3 mg/l y 2,0 mg/l, según lo fijado por la resolución 2115/2007, por tanto, es recomendable dosificar para obtener un residual de cloro libre de 2,0 mg/l, como medida de prevención.
- ⚡ Tiempo de contacto - Tc (min.): Es el tiempo de contacto necesario entre el cloro y el agua para la destrucción de todos los microorganismos patógenos; depende del pH y la temperatura del agua. Cuanto mayor es el tiempo de contacto, más efectiva es su acción y la dosis de cloro puede ser menor.
- ⚡ pH: es un factor de gran importancia en la coloración de las aguas, ya que la desinfección es más efectiva a un pH bajo entre 6,0 y 7,0.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO
		VERSIÓN
		FECHA

FIGURA N° 1. CURVA DE DEMANDA DE CLORO



	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

3.2.5.2 Curva de demanda de cloro

- Esta curva será realizada por el operador de la planta en compañía del supervisor del acueducto. Para su elaboración se debe tener en cuenta:
- Cálculo de la concentración de cloro a una muestra de agua tomada después de pasar por el eyector, la cual es denominada solución patrón.
- Determinar el tiempo de contacto de cloro, el cual se calcula a partir de la relación entre el volumen del almacenamiento y el caudal enviado a la red
- Tomar 30 muestras de agua filtrada, cada una con un volumen de 600ml. Los recipientes se deben lavar previamente con la misma agua.
- Tomar una muestra de agua de la solución patrón y taparla para evitar que el cloro se evapore.
- Adicionar a cada uno de los 30 vasos cantidades crecientes de cloro, empezando en 0ml (0ppm), para ello se emplea la siguiente relación:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Donde: V_1 : representa el volumen de muestra de cada recipiente (600ml)
 C_1 : representa la concentración de cloro calculada para la solución patrón

V_2 : representa el volumen que se debe tomar de la solución patrón para adicionar a cada recipiente

C_2 : representa la concentración de cloro deseada en cada muestra

- Tapar cada uno de los recipientes y esperar que pase el tiempo de contacto calculado
- Después de pasado el tiempo, determinar el cloro residual libre en cada uno de los vasos
- Realizar la curva de demanda de cloro con los datos obtenidos (Cloro agregado vs Cloro residual libre)
- Determinar la dosis óptima de cloro a partir de la curva realizada

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

3.2.5.3 Cálculo de la cantidad de cloro a dosificar

Para el cálculo de la dosis de cloro se pueden emplear las siguientes expresiones:

Cálculo de las lb/día para el rotámetro: $lb / dia \frac{Q D 24 3600}{454000}$

Donde:

Q: representa el caudal tratado

D: representa la dosis óptima determinada a partir de la curva de demanda de cloro

Cálculo del caudal de la solución patrón a dosificar: $ql / min \frac{Lb / dia 454000}{ppm_{sln patrón} 1440}$

ppm_{sln patrón}: representa la concentración determinada para la solución patrón

3.2.5.4 Medidas de seguridad en el manejo del cloro

No debe olvidarse que el manejo inadecuado de este reactivo o su absorción pueden producir efectos tóxicos. A continuación se presentan algunas medidas de seguridad que se deben tener en cuenta los operadores para el manejo adecuado de los recipientes de cloro:

- ⚠ Los cilindros de cloro, llenos y/o vacíos, deben estar almacenados por separado, asegurarse individualmente por medio de correas de seguridad para impedir su caída, y evitar daños en la línea de conexión.
- ⚠ Los cilindros no deben dejarse caer, ni recibir golpes fuertes con otros objetos.
- ⚠ El equipo de dosificación de cloro gaseoso debe tener válvulas de cierre (válvula auxiliar del cilindro de cloro), por medio de las cuales se puedan cerrar las líneas de conexión al cambiarse los cilindros.
- ⚠ El cloro gaseoso no debe estar expuesto directamente a la luz del sol u otras fuentes de calor, se le debe guardar en ambientes secos y frescos.
- ⚠ Cuando se realiza algún trabajo donde pueda haber escape de cloro gaseoso debe hacerse al aire libre, protegido de la intemperie, o en habitaciones bien ventiladas. Si los medios naturales de ventilación son insuficientes, debe instalarse un ventilador, extractor o calados en los cuartos para ingreso de aire.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

- ⚠ Mantenga siempre los cilindros en posición vertical, con el capuchón de su válvula puesto y apretado antes de mover los cilindros, llenos o vacíos. Los cilindros deben moverse con mucho cuidado.
- ⚠ Colocarse alrededor del cilindro una cadena de seguridad sujeta a la pared. Los cilindros llenos adicionales deben también asegurarse adecuadamente.
- ⚠ Para la mejor y más segura operación, el regulador de vacío y el cilindro deben estar protegidos de los elementos y de la intemperie, incluyendo los rayos directos del sol.

Peligros para la salud: El cloro gaseoso irrita los ojos y los órganos respiratorios, causando náuseas, tos, vómitos, con fuertes espasmos; los síntomas agudos por lo general aparecen inmediatamente después de la inhalación.

Detección de fugas: El olor característico del cloro proporciona una buena señal de alarma contra las fugas. El cloro reacciona con el amoníaco produciendo humos blancos y densos, por tanto una cantidad de amoníaco concentrado es útil para la localización de fugas; para detectarlas basta acercar un trapo o hisopo de algodón humedecido con amoníaco a la parte donde se sospecha la fuga. Esta prueba debe repetirse diariamente a los cilindros (almacenados y en uso), a las tuberías y los equipos.

En lo posible, los cilindros que presenten fugas deberán ser llevados hasta un lugar aislado donde genere el menor daño posible; por ningún motivo un cilindro con fuga debe ser mojado con agua, ya que esta hará más intensa la fuga.

Equipos de protección personal: La empresa debe proporcionar el equipo de protección mínimo para los operarios que tienen contacto con cloro y demás productos químicos, el cual consta de un respirador apto para polvos tóxicos o gases ácidos, un par de guantes de goma, un delantal, gafas y caretas, los cuales deben estar ubicados en un lugar diferente a donde se pueden presentar fugas.

El equipo de protección respiratoria deberá ser cuidadosamente inspeccionado periódicamente y limpiarse después de haber sido utilizado.

Todas las personas que tengan algún contacto con la planta de potabilización y que estén expuestas a una posible fuga de cloro, deberán ser capacitadas para el manejo de este tipo de emergencias.

3.2.5.5 Control de los procesos

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

A continuación se resumen los factores o parámetros que influyen en la desinfección y que deben ser controlados por los operadores durante su jornada de trabajo, además del mantenimiento de los componentes del sistema de cloración:

- ⚡ La mezcla debe ser rápida, uniforme y eficiente entre el cloro y el agua.
- ⚡ El desinfectante y el agua deben estar en contacto el tiempo estimado, para garantizar una completa desinfección del agua.
- ⚡ Debe desinfectarse el agua a un pH inferior a 7,5.
- ⚡ Debe controlarse el nivel de turbiedad del agua, debido a que los microorganismos pueden encapsularse dentro de las partículas haciendo más lenta la acción del desinfectante. Se recomienda tener una turbiedad menor de 1,0 UNT para la optimización del proceso.
- ⚡ Debe garantizarse que la desinfección con cloro no produzca más de 0,2 mg/l de trihalometanos totales al final de la red según el decreto 1575/2007 y Resolución 2115/2007 o de acuerdo a lo estipulado en la norma que lo reemplace o modifique.
- ⚡ Controlar con análisis bacteriológicos que la contaminación patógena no esté presente en la red de distribución incluyendo las zonas extremas de la red.
- ⚡ Medir el contenido de cloro residual libre en la planta, como mínimo cada hora.
- ⚡ No debe aplicarse cal y cloro al mismo tiempo.
- ⚡ En general, la calidad del agua que se va distribuir a la población, debe cumplir con lo establecido en el Decreto 1575/2007 y Resolución 2115/2007 o cualquier norma que lo reemplace o modifique.

3.2.5.6 Operación y Mantenimiento del sistema de cloración

La operación del sistema consiste en verificar que el nivel de cloro dosificado sea el adecuado para garantizar la desinfección del agua y en identificar el momento oportuno para hacer el cambio de la pastilla.

En relación al mantenimiento, éste se basa principalmente en reemplazar la pastilla de cloro vieja por una nueva; a continuación se presenta cómo se debe realizar el cambio.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

1. Apague todas las bombas y sus controladores o impida el paso de flujo de agua.
2. Cerrar la válvula controladora de flujo del dosificador.
3. Espere por unos minutos para aliviar la presión del sistema antes de remover la tapa.
4. Remueva la tapa del dosificador.
5. Introduzca una pastilla de cloro.
6. Tape el dosificador, abra la válvula de control hasta el nivel deseado y reinicie la circulación de flujo.

Es importante tener en cuenta dentro de las operaciones de mantenimiento las siguientes indicaciones:

- 🔧 Realizar mantenimiento a las válvulas dosificadoras cada 4 meses.
- 🔧 Reemplazar el arosello “O” de la válvula dosificadora cada 12 meses.
- 🔧 Realizar mantenimiento al rotámetro del regulador, y a los remotos, cada 12 meses.
- 🔧 Realizar mantenimiento al eyector cada 12 meses.
- 🔧 Reemplazar la tubería flexible de vacío y sus conectores cada de 12 a 18 meses.
- 🔧 Reemplazar el filtro de la entrada del cloro cada 12 meses.
- 🔧 Comprobar si existen fugas de cloro o de soluciones de cloro.
- 🔧 Aplicar vaselina en las partes metálicas que muestren principios de corrosión.

3.2.6 Descripción, operación y mantenimiento de tanques de almacenamiento y de succión de agua potable

El Almacenamiento de agua es la acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios que se puedan presentar en la población que se presta el servicio de agua potable.

3.2.6.1 Control niveles en el tanque de almacenamiento

Con el fin de evitar el desperdicio de agua, es necesario efectuar un control permanente de los niveles y la limpieza del tanque de almacenamiento, además,

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

será necesario realizar inspecciones periódicas del estado de las estructuras y accesorios que lo conforman.

El control de los niveles se debe realizar cada hora, por lo tanto el operador de planta deberá hacer mediciones del nivel del agua en el tanque y reportar valores leídos en el formato correspondiente (Ver Anexo 1).

3.2.6.2 Inspección de los tanques de almacenamiento

- 1 Diariamente se deberá inspeccionar el estado de las tapas de acceso al interior de los tanques, para prevenir la entrada de animales o elementos que deterioren la calidad del agua que se va a distribuir a la población.
- 1 Se deberá determinar el funcionamiento de las válvulas de entrada y salida, cerrando ligeramente cada unidad, para comprobar que no se encuentran pegadas o trabadas.
- 1 Se revisarán las posibles pérdidas de agua, destapando la caja a la que confluyan los drenajes del tanque y verificando que la cantidad de agua que llega a ella corresponda a la que se considera normal; también debe verificarse la existencia de grietas o humedades en la parte visible de las estructuras de los tanques, al igual que el empozamiento o afloramiento de agua en las partes bajas de los alrededores, por causas no conocidas.
- 1 En caso de empozamiento de agua en la cubierta del tanque que eventualmente podrían llegar al interior por filtraciones en la estructura, o a través de las tapas de inspección o bocas de ventilación, deberán tomarse las acciones necesarias para eliminar los empozamientos de inmediato y para evitar su repetición en el futuro, mediante obras que garanticen su drenaje.
- 1 Cuando se detecte la presencia de formaciones mohosas en las superficies visibles del tanque, bien sea externas o internas, se procederá de inmediato a la remoción de las formaciones externas; y a solicitar la autorización del supervisor para efectuar el vaciado y limpieza general del tanque si se trata de formaciones internas.

De presentarse estos fenómenos, deberá tratarse de establecer si ellos son originados por reboses o exfiltraciones, revisando el interior de las paredes del tanque, donde el nivel del agua lo permita, para detectar posibles grietas a través de las cuales pudiera estarse perdiendo agua; y finalmente, si se estima necesario, haciendo una prueba de estanqueidad del tanque mediante su aislamiento y el cálculo de los caudales perdidos a partir de las dimensiones del

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

tanque y del tiempo en que se produce un descenso dado del nivel del agua almacenada.

3.2.6.3 Mantenimiento de los tanques de almacenamiento

Se debe realizar limpieza y desinfección del tanque como mínimo dos veces al año. Con miras a causar las menores molestias a los usuarios del servicio, su realización deberá programarse en días de consumo mínimo y además deberá informarse por radio, altoparlantes, o algún otro medio que asegure el conocimiento por la mayoría de los usuarios afectados.

Deberá aprovecharse la limpieza del tanque para detectar y corregir grietas o fallas en pisos, cubiertas y paredes interiores y para revisar y efectuar las acciones de mantenimiento anual de compuertas, válvulas, controles y demás accesorios existentes para la operación de las estructuras de almacenamiento.

El procedimiento que deberá seguirse para esta limpieza es el siguiente:

1. Se dejará vaciar el tanque, cerrando la válvula de entrada a la planta, hasta que el consumo agote las existencias de agua que queden en el interior de este.
2. Una vez se ha desocupado el tanque, se debe reanudar la operación de la planta de potabilización, dejando cerradas la válvula de entrada y salida del tanque de almacenamiento, abriendo además la válvula del by pass hacia la red de distribución.
3. Se lavará el interior de la cubierta, paredes y fondo del tanque con cepillo de cerda gruesa o metálica y en lo posible, con agua a presión, si se dispone de esta facilidad. Al iniciar el lavado se debe remojar toda la superficie interior con cloro líquido al 12% o hipoclorito de sodio con una concentración de 50 mg/l., se debe dejar media hora para iniciar la operación de lavado, en forma tal que se asegure el desprendimiento y remoción de las formaciones de algas o de cualquier otro tipo de adhesiones a estas superficies.
4. Se enjuagarán totalmente las superficies cuando terminen las labores de remoción, comenzando por la cubierta y las paredes y terminando con el piso.
5. Se abrirá la válvula de entrada a la planta, permitiendo que el nivel de agua en el tanque llegue a unos 30 cm y volver a cerrar la válvula.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

- 1 Se aplicará a este volumen de agua, cloro en cantidades necesarias para alcanzar en el agua concentraciones promedias de 50 mg/l de cloro libre. Se mantendrá; este volumen represado por un mínimo de media hora.
- 1 Se abrirá la válvula de lavado para drenaje y se empezará la producción de agua y se mantendrán abierta hasta que el agua que salga por la tubería de lavado arroje valores de cloro residual cercanos a los del agua que llega al tanque. Cuando esto se logre se cerrará nuevamente la válvula de lavado.
- 1 Luego se procederá con el suministro de agua a la red de distribución a partir del tanque de almacenamiento, se verificará la expulsión total del aire y cuando esto se logre, se procederá a cerrar las válvulas que se hayan abierto, y reestablecer el servicio completamente.

3.2.6.4 Control de volumen de agua enviado a la red

Con el fin de controlar el volumen de agua enviado a la red, se proyecta la instalación de macromedidores al inicio de los sectores proyectados o actuales. La operación de esta unidad de medición está encaminada a evitar el desperdicio de agua, lo que hace necesario que los operarios de la planta de potabilización realicen su lectura cada hora y reporten estos valores en forma permanente, con el fin de llevar un control del volumen de agua enviado a la red y verificar a partir de la micromedición las pérdidas en el sistema, ya sea por fugas, fraudes. Actualmente en la planta de tratamiento del municipio de Cimitarra , no se encuentran en funcionamiento estos macro medidores , los cuales dificultad el cálculo del volumen de agua tratada enviada a la red.

3.2.7 Descripción, operación y mantenimiento de sistema de bombeo de agua potable

Terminado el proceso de tratamiento de agua potable, se cuenta con un bombeo hasta los tanques de almacenamiento de cada sector hidráulico a excepción del Sector Centro.

Conservación del Equipo de Bombeo

Las inspecciones para el correcto mantenimiento de los equipos de bombeo, están sujetas al grado de operación que ellos exijan. No puede recomendarse el mismo lapso de tiempo para la inspección sobre un equipo de bombeo de servicio que trabaja pocas horas diarias, al que trabaja 24 horas diarias.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

Así pues, las inspecciones que deban hacerse a bombas, motores y a sus sistemas complementarios, deberán realizarse de acuerdo con la intensidad de su operación y de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes.

De un modo general y de acuerdo con la práctica más usual se recomienda verificar cada 6 meses lo siguiente:

3.2.7.1 La impulsión de agua potable al tanque de almacenamiento

Las labores de operación y mantenimiento de la impulsión de agua se reducen solo a realizar las siguientes actividades básicas:

Todos los elementos que conforman la impulsión se deben inspeccionar regularmente en todo su recorrido, para detectar y corregir fugas o daños.

En caso de que sea necesario suspender el servicio de la impulsión por labores de mantenimiento programado, la suspensión no debe ser mayor de 36 horas y se debe informar previamente a la comunidad para que se aprovisione de agua.

Todas las labores de reparación y mantenimiento realizadas en las conducciones y sus componentes deben quedar registradas en los formatos que se presentan en el Anexo 1.

3.3 CONTROL Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

El control de la calidad del agua que se está produciendo en la planta de potabilización es una labor que debe realizar el operador del sistema, para suministrar agua de excelente calidad a la población atendida, dicha labor incluye tareas sumamente delicadas, por tal razón deben ser asignadas a personas de reconocida idoneidad y honestidad por sus condiciones tanto éticas, como técnicas.

Para el control de la calidad del agua en la planta de potabilización y la red de distribución, deben tomarse muestras de agua en los siguientes puntos:

- 📍 Entrada a la planta de potabilización
- 📍 Durante las diferentes etapas del proceso (floculación, sedimentación, filtración)
- 📍 En el tanque de almacenamiento

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

- 1 En diferentes puntos de la red de distribución, los cuales se deben definir de acuerdo con la normatividad.

A continuación se presentan algunos lineamientos para realizar estas actividades:

3.3.1 Toma de muestras para análisis

La toma de muestras es una actividad que se debe realizar con especial atención, ya que de esta depende en gran medida, la obtención de buenos o malos resultados de los parámetros de control. Las muestras se toman para adelantar uno de los dos siguientes tipos de muestreos: Físico – químico o bacteriológico.

A continuación se describe el procedimiento a seguir de acuerdo con el tipo de análisis a realizar:

3.3.1.1 Toma de muestras para análisis físico - químico

Recipientes: Deben usarse frascos de vidrio con tapa plástica o garrafones plásticos (polietileno), mínimo de un litro de capacidad; limpios (como medida preventiva, no deben usarse frascos que hayan contenido sustancias químicas como desinfectantes o solventes).

Procedimiento de muestreo:

- 1 **En canales y estructuras de la planta:** Para tomar la muestra el operador debe enjuagar el frasco con agua de la muestra, luego se coge por la base y se introduce boca abajo dentro del agua a unos 20cm de profundidad, posteriormente se voltea para que quede con la boca hacia arriba hasta que salga todo el aire. Cuando el frasco este lleno, se saca, y se derraman unos mililitros de agua y se tapa. Cuando la muestra no se puede tomar a mano, el frasco o garrafón se puede soportar en un marco metálico, el cual se amarra con un lazo; se lanza haciendo oscilar de manera que caiga con la boca hacia el operador, luego se jala para que se llene y se saca; se debe derramar unos mililitros antes de parar el frasco.
- 1 **En puntos de muestreo sobre la red de distribución:** Seleccionar un punto de muestreo sobre la red (deben haber sido previamente definidos y adecuados), abrir un grifo y dejar fluir el agua por tres minutos, al momento de tomar la muestra, cerrar un poco la llave, enjuagar con esa agua el recipiente dos o tres veces, y luego proceder a llenarlo completamente. Si se desean hacer mediciones como cloro residual, pH, temperatura y alcalinidad, se debe realizar el ensayo en el sitio.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

- 📌 **En la fuente (río o ciénaga):** Enjuagar el frasco con la muestra 2 ó 3 veces, tomarlo por la base y sumergirlo unos 15 ó 20 cm dentro del agua, luego se voltea para que quede con la boca hacia arriba y en dirección contraria a la corriente, formando un ángulo de 45° con la horizontal, moverlo lentamente en dirección contraria a la corriente mientras se llena y taparlo.
- 📌 **Rotulación:** Es importante que cada frasco se identifique claramente con el sitio de toma, el día y la hora de recolección, el tipo de fuente: río, embase, etc., si es cruda o tratada, para uso humano, riego o industrial.
- 📌 **Transporte y almacenamiento:** Las muestras deben llevarse lo antes posible al laboratorio para su análisis. Si se trata de un sitio alejado, se deben almacenar en una nevera de icopor o similar con hielo para mantener la temperatura en 4°C hasta entregar las muestras en el laboratorio.

3.3.1.2 Toma de muestra para análisis bacteriológicos

Recipientes: Se deben utilizar frascos de vidrio con tapa de rosca plástica de 250ml, esterilizados o bolsas especiales, si es para aguas crudas sin ningún proceso de desinfección utilizar recipiente estéril sin agente decolorinador; si el agua ha sido desinfectada utilizar recipiente estéril con agente decolorinador (tiosulfato de sodio al 10%) a razón de 0,10 ml por cada 100 ml de muestra.

Precauciones: Las personas que hacen el muestreo deben lavarse previamente las manos y el antebrazo para no contaminar el agua que se va a tomar como muestra. Al destapar el frasco se debe tener especial cuidado en no tocar la parte interna, ni el cuello, ni colocar la tapa sobre superficies sucias, (es preferible sostenerla mientras se toma la muestra). Para proceder a la toma de la muestra, se destapa la botella y se procede a captar el agua, llenando las $\frac{3}{4}$ partes de la botella, para facilitar la mezcla u homogenización de la muestra al momento del análisis en el laboratorio.

Procedimiento de muestreo:

- 📌 **En canales y estructuras de la planta:** Para tomar la muestra el operador debe sumergir verticalmente el frasco tapado hasta unos 30cm de profundidad, una mano sostiene el frasco mientras la otra retira la tapa, manteniendo sumergidas ambas manos, se invierte y se deja llenar hasta las $\frac{3}{4}$ partes, se tapa a esta profundidad y se retira el frasco. Cuando la muestra no se puede tomar a mano, el frasco se puede soportar en un marco metálico, el cual se amarra con un lazo de nylon; se lanza haciendo oscilar de manera que caiga

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

con la boca hacia el operador, luego se hala para que se llene y se saca; finalmente, se tapa el frasco.

- 🚩 **En puntos de muestreo sobre la red de distribución:** Seleccionar un punto de muestreo sobre la red (deben haber sido previamente definidos y adecuados), abrir el grifo y dejar fluir el agua por tres minutos; se esteriliza la boca del grifo con un mechero de alcohol; si no se dispone de él, utilizar un algodón empapado en alcohol adherido al extremo de un cabo, prender fuego al algodón y flamear la boca del grifo totalmente por 30 segundos; dejar que se enfríe; se abre el grifo por un minuto; cerrar un poco la llave para evitar salpicaduras; destapar el frasco, cogerlo por su parte inferior y muestrear sin enjuagar el frasco. Tomada la muestra, taparlo inmediatamente. No se deben tomar muestras en grifos con escapes, ni utilizar sopletes u otras llamas diferentes a la recomendada para el flameado. El frasco para la toma de esta muestra debe contener tiosulfato de sodio (20 ml al 1% para botellas de 250 ml) debido a que son aguas cloradas.
- 🚩 **En la fuente (toroba o agua fría):** Tomar el frasco por la base y colocarlo boca abajo, se destapa cerca de la superficie del agua cuidando de no poner la tapa en contacto con el suelo, luego se sumerge unos 20cm dentro del agua, y se voltea para que quede con la boca hacia arriba en dirección contraria a la corriente, formando un ángulo de 45° con la horizontal, moverlo lentamente en dirección contraria a la corriente hasta llenar las $\frac{3}{4}$ partes y taparlo.
- 🚩 **Rotulación:** Cada frasco debe marcarse debidamente con el sitio de toma, la hora, la fecha, el origen y la clase de agua, etc.
- 🚩 **Transporte y almacenamiento:** Las muestras deben llevarse al laboratorio lo antes posible, en caso de que deban almacenarse o transportarse por un período de más de 4 horas, conservarlas en neveras entre 0 y 4°C. No deben transcurrir más de 6 horas entre la toma de la muestra y su análisis.

3.3.2 Análisis de laboratorio y parámetros de calidad de aguas

3.3.2.1 Análisis físico - químico

Para efectos de cumplir adecuadamente lo dispuesto en la resolución 2115/07 y en el decreto 1575/07, la entidad prestadora del servicio de agua potable, deberá contar en la planta de potabilización, como mínimo con equipos para medir: pH, color, turbiedad, alcalinidad, cloruros, sulfatos, hierro total, dureza total y cloro residual, además del equipo para el ensayo de jarras, ya que estos son los parámetros básicos para la operación de la planta.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

Adicionalmente, según la resolución 2115/07 la entidad encargada del servicio debe realizar los análisis de laboratorio con la frecuencia y valores admisibles establecidos en dicho documento, para garantizar agua potable a la población atendida.

En la Tabla N°2 se resumen algunos de los parámetros físico – químicos y sus valores admisibles en el agua potable para consumo humano, según la resolución 2115/2007 en su artículo 21 y cuya ejecución se debe realizar con una frecuencia de una (1) muestra por mes.

TABLA N° 2. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA POTABLE

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	VALOR ADMISIBLE
Color aparente	UPC	< 15
Turbiedad	UNT	< 2
Conductividad	micromhos/cm	< 100
Aluminio	AL (mg/l)	0,2
Alcalinidad Total	CaCO ₃ (mg/l)	200
Dureza Total	CaCO ₃ (mg/l)	300
Hierro Total	Fe (mg/l)	0,3
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/l)	250
Nitratos	NO ₃ (mg/l)	10
Cloruros	CL ⁻ (mg/l)	250
Fosfatos	PO ₄ ⁻³ (mg/l)	0,5
Manganeso	Mn (mg/l)	0,1

3.3.2.2 Análisis bacteriológicos

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

El operador del sistema debe concertar con un laboratorio debidamente certificado, los análisis bacteriológicos del agua y cumplir lo dispuesto en el artículo 11 de la resolución 2115/07, el operador debe analizar como mínimo, una (1) muestra por mes para su análisis en el laboratorio.

En la Tabla N°3 se presentan los valores admisibles que debe cumplir el agua para consumo humano desde el punto de vista microbiológico, según la resolución 2115 de 2007.

TABLA N° 3. VALORES ADMISIBLES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE

Técnica utilizada	FILTRACION POR MEMBRANA	ENZIMA SUSTRATO
Microorganismos indicadores		
Coliformes Totales	0 UFC/100 cm ³	< ₃ 1microorganismos/100
Escherichia coli	0 UFC/100 cm ³	< ₃ 1microorganismos /100

Se recomienda un valor máximo admisible de 100 unidades formadoras de colonias (U.F.C) por 100 cm³, para microorganismos mesofílicos, como prueba complementaria de la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico según resolución 2115 de 2007 artículo 11 párrafo 1.

3.3.3 Ensayos básicos realizados en la planta de potabilización

3.3.3.1 Cloro residual libre

Existen diversos procedimientos para la determinación de cloro residual libre, a continuación se describirá uno por el método titulométrico.

Tomar 100ml de muestra en un erlemeyer, adicionar 5ml de DPD 1 y agitar, luego adicionar 5 ml de DPD 2, si la muestra adquiere un color rosado se debe a que hay presencia de CRL (Cloro residual libre). A continuación se deberá procederá a titular con FAX (sulfato ferroso amoniacal).

$$\text{CRL} = \text{CRT (Cloro residual total)} - \text{CRC (Cloro residual combinado)}$$

$$\text{CRL} = \text{ml gastados de FAX}$$

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

Nota: El viraje de color deberá ser de rosado a incoloro.

En caso de que al adicionar los reactivos DPD 1 y DPD 2 no se observe cambio de color significara que no hay presencia de CRL y se procederá a adicionar 1g de yoduro de potasio, la muestra deberá adquirir un color rosado indicando la presencia CRT (Cloro residual Total), se procederá a titular con FAX hasta alcanzar el cambio de color rosado a incoloro.

CRT = CRC (Cloro residual Combinado)

CRT = ml gastados de FAX

Nota: Éste es uno de los procedimientos utilizados para la determinación de cloro; en el momento de la determinación se deberá seleccionar el método más conveniente para cada caso.

Se debe tener en cuenta que para obtener la dosis a aplicar de cloro en la planta de potabilización se deberá realizar una curva de demanda de cloro.

3.3.3.2 Prueba de jarras

La prueba de jarras, constituye una muy pobre reproducción del proceso que se efectúa en la planta de potabilización, pero es la que más se aproxima a la realidad. Hay que tener en cuenta sin embargo, que el hecho de que la prueba de jarras sea un ensayo rutinario en la operación de la planta, no significa que pueda ejecutarse descuidadamente, lo que por desgracia suele ser bastante común.

Procedimiento para llevar a cabo el ensayo de jarras:

1. Utilice un balde, tome muestra de agua cruda en el sitio de entrada a la planta y determine la turbiedad, el color, el pH y la alcalinidad.
2. Llene los seis vasos o jarras hasta los 2 litros con la muestra de agua cruda y coloque los baffles deflectores e introduzca las paletas del aparato mezclador, de manera que estén bien centradas tal como se indica en la Figura 16.
3. Dosifique con una pipeta o jeringa graduada (Ver Figura 16) los miligramos por litro (mg/l), que correspondan a cada vaso del ensayo y si es necesario, tome el pH en cada vaso y haga su acondicionamiento al pH óptimo de coagulación adicionando cal para aumentar la alcalinidad.
4. Regule las revoluciones por minuto (r.p.m) de la mezcla a 100 preferiblemente debe hacerse a la misma velocidad que se da en la coagulación en la planta.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

1. Adicione el coagulante (al mismo tiempo para los seis vasos), contabilice el tiempo transcurrido hasta 1 min y reduzca la velocidad a 40 rpm. por 20 min (preferiblemente debe hacerse en las mismas condiciones de la planta).
2. Durante este tiempo (20 min), empiezan a aparecer los flocs, se acondicionan y se forman; pare el mezclador y retire las paletas de las jarras.
3. Espere otros 20min o el tiempo de detención que se maneje en los sedimentadores y observe la clarificación en cada vaso y el floc sedimentado.
4. Después de este tiempo, tome muestras del líquido clarificado (a unos 4 cm de la superficie del agua) con cuidado de no remover el floc sedimentado y determine el pH, color y turbiedad de cada muestra.
5. La dosis óptima de coagulante será el resultado de la dosis para la cual se obtiene un floc bien formado, con mayor peso, que sedimenta rápidamente y en el que se obtiene la menor turbiedad y el menor color.

Precauciones que se deben tener en el momento de realizar la prueba de jarras:

Con respecto a las soluciones:

1. Evitar la hidrólisis de la solución de coagulante que se usa. Cuanto más débil sea una solución patrón de coagulante y más alto sea su pH, más rápidamente se hidroliza, (reacciona con el agua) para formar compuestos que coagulan más lentamente. Nickel considera que soluciones menores del 2% (20g por 100ml) no deben guardarse por más de un día.
2. Es preferible tener una solución patrón concentrada (mayor del 10%) y preparar a partir de ella la solución diluida del 1% (10g por 100ml), cada vez que se va a hacer la prueba de jarras.
3. En todos los casos, la solución de coagulantes debe estar fresca y conviene por eso, marcar la fecha de preparación en el frasco donde se mantenga. Se ha observado que soluciones recientemente hechas, no dan el mismo resultado que las que han sido almacenadas por bastante tiempo.

Con respecto al volumen de agua:

Los mejores resultados se obtienen usando volúmenes grandes de agua que volúmenes pequeños, en lo posible deben usarse jarras de 2 litros de capacidad.

Con respecto a la temperatura:

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

La prueba de jarras debe realizarse a la misma temperatura que el agua de la planta de potabilización. El dejar las jarras sobre el iluminador de la base prendido, o sobre un objeto caliente, cambia rápidamente la temperatura del agua por su poco volumen y produce resultados variables e inconsistentes.

Con respecto a la adición de coagulantes:

Los coagulantes deben ser añadidos en el mismo orden que se agregan en la planta y lo más rápidamente posible a las seis jarras. De lo contrario podrían cometerse errores al juzgarse la rapidez con la que aparece el primer floc. El punto donde se agregan los coagulantes tiene también importancia. Deben aplicarse con una pipeta o jeringa dentro del líquido y junto al eje de las paletas.

Con respecto a la velocidad de rotación:

Por las razones ya expresadas, la prueba de jarras nunca será un verdadero modelo a escala de la mezcla rápida, floculación y sedimentación de la planta de potabilización; sin embargo, la energía que se comunique al líquido con las paletas agitadoras, tiene gran influencia en el proceso.

Como se indicó, la mezcla rápida se realiza a 100 r.p.m. durante un minuto contado a partir del momento en que se inyecta el coagulante; la floculación se simula con una velocidad de 40 r.p.m. durante 20 minutos. Si se desea simular con una mayor precisión las condiciones de floculación existentes en la planta de potabilización, con los gradientes de velocidad que se tienen en las unidades de floculación, se escoge la velocidad de rotación de las paletas del aparato mezclador del ensayo.

Nota: El mantener una velocidad de rotación de las paletas del aparato de prueba de jarras igual a la del floculador real, no necesariamente producen resultados comparables, por tal razón los operadores, se preguntarán entonces ¿Qué es lo que mide?, y ¿Qué resultados se obtienen con este ensayo?

Con este ensayo se pueden determinar un gran número de aspectos, tanto de orden cualitativo, como cuantitativo. A continuación se enuncian algunos:

- 1 **Observación visual:** Es la que más comúnmente se hace, consiste simplemente en observar como se forma el floc en cada una de las jarras, escogiendo aquella que produzca el floc más grande, con mayor velocidad de asentamiento aparente, y que deje ver un agua más cristalina entre las partículas coaguladas que se forman.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

La comparación de los tamaños del floc no es fácil; algunos prefieren estimarlo en milímetros en forma muy aproximada, otros prefieren usar el Índice de Willcomb, tal como se indica en la Tabla 4. Las observaciones visuales de este tipo son cualitativas y por eso dependen, del criterio de quien hace los ensayos.

TABLA N° 4. ÍNDICE DE FLOCULACIÓN DE WILLCOMB

NUMERO DEL ÍNDICE	DESCRIPCIÓN
0	Floc coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2	Visible. Floc muy pequeño, casi imperceptible para un observador no enterado.
4	Disperso. Floc bien formado pero uniformemente distribuido. (Sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
6	Claro. Floc de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8	Bueno. Floc que se deposita fácil pero no completamente.
10	Excelente. Floc que se deposita todo dejando el agua

📌 **Tiempo de formación del floc:** Determinar en segundos el tiempo que tarda en aparecer el primer indicio de formación de floc, es uno de los sistemas para cuantificar la velocidad de la reacción, la iluminación de la base del agitador ayuda en esta determinación, ya que ni aún así suele ser fácil, pues el floc cuando recién se forma suele ser incoloro; por otra parte, el floc que se forma más rápido no necesariamente es el mejor. Cuando no se puede iniciar la coagulación simultáneamente en todas las jarras, debe tomarse con un cronómetro los tiempos en que se aplicaron los coagulantes a cada uno de los recipientes.

📌 **Cantidad de coagulante residual:** Es una prueba muy útil para estimar la sobredosis de coagulantes, en especial cuando se usa sulfato de aluminio, esto se ejecuta pipeteando 50 ml del sobrenadante de las jarras, después de haber dejado sedimentar el agua por una o dos horas, se determina el Al++ en las porciones de 50 ml. El aluminio es soluble en proporción de 0,2 a 0,4 mg/l, por tanto cantidades mayores son indicativas de un exceso de coagulantes.

Este ensayo suele hacerse rutinariamente con el agua sedimentada en las plantas de potabilización, pero rara vez en las pruebas de jarras; no obstante que puede ser útil sobre todo para compararla entre dos dosificaciones, que producen aparentemente resultados similares. Dicho ensayo, por supuesto, no debe tomarse como decisivo, puesto que no siempre la dosis que produce la mejor

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

floculación es la que indica la dosis óptima, principalmente cuando las cantidades que se usan son bajas.

📌 **Turbiedad residual:** Las observaciones visuales para estimar el tamaño y calidad del agua en las jarras, en realidad, dicen poco sobre la eficiencia y rapidez con que se ha producido la clarificación del agua, es por eso conveniente tomar el sobrenadante que se produce después de 30 a 60 minutos (periodo de sedimentación), extrayendo de la jarra de 20 a 50 ml de muestra, a 4 ó 5 cm de profundidad desde la superficie. Para esta operación se puede usar una pipeta volumétrica de 100 ml o construir un sifón con un tubo de vidrio de 1,5 mm de diámetro interno. La muestra así extraída se puede analizar en dos formas:

- 📌 Directamente midiendo la turbiedad con un turbidímetro fotoeléctrico (preferible el de comparación visual).
- 📌 Filtrando la muestra del sobrenadante en papel de filtro Whatman número 40 ó similar y midiendo la turbiedad del agua filtrada.

Este ensayo trata de reproducir cuidadosamente el proceso de sedimentación y filtración de la planta; sin embargo, debe tenerse en cuenta, que las características de la jarra de precipitado son bien distintas a las del sedimentador, y que el papel de filtro es un simple medio filtrante que guarda poca relación con el medio granular del filtro.

📌 **Prueba de jarras modificada:** El grado de floculación se ha expresado como N_t/N_o en donde (N_o) es la concentración de partículas iniciales y (N_t) la concentración de partículas sin flocular después de un tiempo (t). Para una suspensión de partículas finamente divididas, la concentración puede ser medida por la dispersión que sufre la luz al pasar por ella, esto es por la turbiedad, o sea que a mayor turbiedad mayor concentración; entonces se mide la turbiedad residual a través del tiempo, durante un ensayo de coagulación se obtiene N_t/N_o para diferentes períodos de tiempo; es decir, para diferentes valores de t .

$N_t / N_o =$ Turbiedad del agua en el momento (t) / Turbiedad del agua cruda

Este ensayo puede realizarse, usando un agitador convencional para prueba de jarras en la siguiente forma:

- 📌 Se determina la turbiedad del agua cruda (N_o)

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

- 1 Se le aplica el coagulante a la jarra, mientras tanto se hace girar el agitador a 100r.p.m.
- 1 Después de 30 segundos de mezcla rápida, se cambia la velocidad de las paletas a 40 r.p.m. (o la que se juzgue conveniente) durante 30 minutos
- 1 Se suspende la agitación, se levantan las paletas, y se empiezan a tomar muestras del sobrenadante a intervalos regulares de tiempo, por ejemplo: en $t = 1$ min, $t = 5$ min, $t = 10$ min., $t = 60$ min. Para extraer las muestras se puede usar una pipeta volumétrica (transfer pippette), introduciéndola 4 ó 5 cm dentro del agua, o un sifón.
- 1 Con los resultados se dibuja una curva de floc removido contra tiempo de sedimentación (%Remoción vs. Tiempo). Este ensayo puede ser útil para:
- 1 Comparar el trabajo de varias dosis de coagulantes
- 1 Comparar el trabajo de coagulantes distintos
- 1 Comparar el trabajo de los coagulantes en las jarras y en la planta

Una eficiencia muy superior en las jarras con relación al floculador, está indicando la existencia de cortocircuitos, hidrólisis de los coagulantes u otras causas que deberán ser investigadas.

En caso de presentarse alguna eventualidad debe realizarse lo siguiente:

- 1 **Disminución del pH:** Cuando el pH del agua a tratar se encuentre por debajo de 6.5, debe realizarse adición de cal para aumentar su valor y realizar un tratamiento óptimo del agua cruda. Para lo anterior, debe permanecer en la planta de potabilización un stock mínimo de 50 Kg por mes de cal.

3.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO GENERAL EN LA PLANTA

En la siguiente tabla se muestran las actividades generales de mantenimiento que los operarios de la planta deben seguir para un buen funcionamiento de las estructuras.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

TABLA N° 5. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Actividad	Tiempo		Frecuencia de mantenimiento	Material y Repuestos	Responsable
	Inviern	Verano			
Pintura para instalaciones			1 vez/año	Pintura, brochas, lijas,	Operarios personal de
Aseo general			2 veces./día	Escoba, trapera	Operarios
Guadañar, podar	X		45	Guadaña, abono, rastrillo,	Operarios de la Planta
		X	60		
Lavado general del desarenador			30 días	Utensilios de aseo, manguera a presión	Operarios de la Planta
Lavado general de floculador	X		30 días	Utensilios de aseo, manguera a presión	Operarios de la Planta
		X	90 días		
Lavado general sedimentador	X		30 días	Utensilios de aseo, manguera a presión	Operarios de la Planta
		X	90 días		
Lavado general de los filtros	X		90 días	Utensilios de aseo, manguera a presión	Operarios de la Planta
		X	180 días		
Lavado general tanque cloración	X		30 días	Utensilios de aseo, manguera a presión	Operarios de la Planta
		X			
Limpieza equipo de laboratorio	X		30 días	Utensilios de aseo, mezcla	Operarios de la Planta
		X	30 días		
Funcionamiento del dosificador			Diario		Operarios de la Planta
Funcionamiento de motobomba			Diario	Equipo técnico	Operarios de la Planta

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

Revisión técnica de motobomba			180	Equipo técnico	Personal técnico especializado
Engrase vástagos			180	Grasa, lubricante,	Operarios de la Planta

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

4. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

4.1 CONTROL Y MANTENIMIENTO DE REDES Y ACCESORIOS

4.1.1 Optimización y expansión de las redes de distribución del centro poblado

Para optimizar la distribución de agua potable y para garantizar el suministro de agua potable, es necesario sacar de servicio la red de AC y realizar empalmes entre la tubería en uso y la de PVC-P a dejar en funcionamiento, con el fin de garantizar la cobertura del servicio. A continuación se resumen las características:

- 🔧 **Instalación de tuberías nuevas para cerrar circuitos y sectorizar:** Se proyectó la conformación de tuberías para cerrar circuitos, a partir del uso de la tubería instalada y uniendo los tramos existentes.
- 🔧 **Conexión de redes domiciliarias:** Se proyectó la conexión de las domiciliarias a las redes en PVC-P, con el fin de garantizar que todas estén conectadas a la red a dejar en operación. Con el fin de ampliar la cobertura y permitir realizar mediciones del volumen de agua suministrado a los usuarios.

4.1.2 Operación y mantenimiento de las redes de distribución del centro poblado

Control de presiones:

El supervisor del acueducto y el encargado de operación y mantenimiento de las redes, establecerán las presiones mínimas y máximas del sistema de acuerdo con la normatividad, teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema (Medio Alto).

Determinados estos puntos se deben ubicar manómetros, los cuales podrán ser reubicados de acuerdo a la necesidad del sistema.

La instalación y lectura de estos equipos debe realizarse de acuerdo a las necesidades del sistema o a la normatividad.

Con los datos obtenidos el supervisor estará evaluando aquellos puntos que presenten bajas o altas presiones para plantear alternativas que permitan corregir esta problemática.

Mensualmente:

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

Debe hacerse una medición de las presiones de servicio en la red de distribución, en horas de máximo y mínimo consumo, por lo menos en 3 puntos distribuidos en la red de distribución. Esta información debe ser diligenciada en el formato correspondiente.

Los valores obtenidos para cada punto se deben digitalizar en el archivo actualizado para realizar simulaciones del comportamiento de la red, mínimo dos veces al año.

Anualmente:

Se deben elaborar gráficas de curvas isóbaras para cada sector, para conocer el promedio de presiones registradas; estas curvas constituyen un elemento valioso en la identificación de las necesidades de optimización del sistema.

4.1.3 Suspensiones del servicio para mantenimientos

Aunque lo ideal es el suministro de agua sin interrupciones durante las 24 horas del día, en ocasiones, (ya sea por daños, o para ejecutar reparaciones, o acciones de mantenimiento), es necesario regular o suspender el servicio para el total de la población o para una parte de ella. Cualquiera que sea el fin, estas acciones deberán ser realizadas en presencia del supervisor y previamente informar a la población de los sectores afectados. Para esta operación se debe tener en cuenta que:

- 1 La operación se debe ajustar a los tiempos de cierre, o apertura recomendada según la longitud del tramo.
- 2 En lo posible deberá evitarse la regulación del caudal con válvulas de compuerta por que ello propicia el deterioro o desgaste de estas válvulas.
- 3 Determinar sobre el plano actualizado de la red, cuáles son las válvulas que se deben operar para efectuar el cierre.
- 4 Definidas las válvulas a operar, se procederá a cerrar una a una las válvulas que delimiten el circuito a aislar; inmediatamente se cierre una válvula, deberá consignarse en la bitácora diaria y en la ficha, para llevar el seguimiento a los tramos que presenten registros de mantenimiento y daños.
- 5 Se debe evitar dejar válvulas de control cerradas innecesariamente en la red, ya que estas actúan como puntos muertos generando zonas de sedimentación, lo que puede ocasionar eventos de mala calidad por la acumulación de partículas o sedimentos en dichos puntos.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

4.1.4 Inspección y verificación de válvulas

Cada dos meses se deberán revisar las válvulas existentes en la red de distribución, con una operación de cierre y apertura de tan solo unas pocas vueltas. Se aprovechará esta inspección para drenar y limpiar las cajas y engrasar los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje. El personal dedicado a estas tareas debe proceder con prudencia y cuidado en la operación de estas válvulas, pues puede producir roturas en los elementos que las conforman causando problemas en el servicio. Los operarios de las válvulas deben conocer el número de vueltas con que se opera cada una de ellas.

Cada vez que se revise, opere o ajuste una válvula, deberá registrarse en los formatos de mantenimiento; las anomalías que se observen y que no puedan ser corregidas de inmediato por el personal que efectúa la revisión deben informarse al supervisor para su contratación. Hasta que dicha anomalía no sea corregida, el reporte no debe ser archivado sino mantenido como una reparación pendiente de ejecutar.

4.1.4.1 Operación de válvulas

Para la operación, revisión y mantenimiento de las válvulas que hacen parte del sistema de distribución urbano, el personal debe tener las siguientes precauciones:

- 1 Tener la seguridad absoluta de la válvula que debe mover, luego levantar la tapa e introducir la llave con cuidado hasta encontrar el cabezote de la válvula y una vez asegurada en su posición se debe girar en sentido de las agujas del reloj para ejecutar el cierre y en sentido contrario para abrirla.
- 2 Cuando en el cierre de un sector hay tuberías grandes, se cierran primero las válvulas que hay sobre éstas. Al restablecer el servicio se procede al contrario, es decir se abren primero las válvulas pequeñas.
- 3 En el cierre de una válvula se debe chequear la hermeticidad, acercando el oído a la llave de válvulas y escuchar si hay ruido de paso de agua.

4.1.4.2 Inspección de válvulas

En la inspección debe tenerse en cuenta:

- 1 Que la caja de válvulas sea visible.
- 2 Que la caja de válvulas esté limpia en su interior.
- 3 La accesibilidad y existencia del cabezote de operación de la válvula.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

- 1 La movilidad del mecanismo de obturación o cierre, es decir, que la válvula no se encuentre trabada ni con el vástago partido o loco. Para verificar esta movilidad bastara desplazarse ligeramente de la posición en que se encuentra y luego volverla a su posición inicial.
- 1 El estado de la tapa de la caja de válvulas o cámara de inspección correspondiente.
- 1 La correcta posición de apertura o cierre de la válvula, según lo haya determinado las instrucciones escritas vigentes por el supervisor del acueducto.
- 1 La hermeticidad en el cierre de la válvula.
- 1 La existencia de escapes de agua en la prensa estopa, en la tapa de la válvula, en el cuerpo de la válvula y en las uniones (si son visibles).

Se debe reportar la información del mantenimiento de las redes en la bitácora.

4.1.5 Instalaciones Domiciliarias (Conexiones)

Esta acción sólo se ejecutará cuando el encargado de aprobación de solicitudes apruebe dicha petición. En este momento el Supervisor transmitirá al fontanero, para que proceda a ejecutar las obras; cumplida la orden, el funcionario que la ejecutó informará su cumplimiento al Supervisor

Los materiales para una acometida dependen del tipo de instalaciones que se vayan a efectuar (residencial o industrial), pero en términos generales para la más común, (la residencial de Ø½"), se necesitan los siguientes materiales.

- 1 Collar de derivación (3" x ½" - 4" x ½", etc.), con su empaque de caucho.
- 1 Registro de derivación con acople (o llave de incorporación).
- 1 Tubo de cobre, PVC, o manguera PF+ UAD de Ø½" (de longitud variable).
- 1 Registro de corte con acople de Ø½". Este registro también puede ser reemplazado por un registro de corte simple más conexión de cobre.
- 1 Medidor de Ø½" y la caja con su tapa.
- 1 Registro válvula de bola de Ø½".

Para instalar una acometida, deberán tenerse en cuenta las siguientes normas, pero antes que todo deberá suspender el servicio de agua:

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

- ⚡ Si se hace con manguera debe dejarse un metro más de material para que no sufra problemas por asentamientos diferenciales, o para próximas reparaciones.
- ⚡ En el uso de la máquina de perforación, el taladro no debe haber sido utilizado en otros materiales, su broca debe estar bien afilada y debe corresponder exactamente a la del espigo del registro de incorporación que se va a colocar; la máquina debe estar firmemente asegurada al tubo para evitar su bamboleo y formar un ángulo de 45° con el plano que pasa por el diámetro horizontal de la tubería.
- ⚡ Debe lubricarse el taladro en la misma forma anotada para la tarraja, con el fin de evitar que el taladro se trabe; debe buscarse que el tablero atraviese completamente la pared de la tubería y finalmente, para asegurar una instalación firme del registro de incorporación, el tablero no debe dejar a la vista más de tres líneas de su rosca.
- ⚡ En la instalación general, es conveniente utilizar siempre el tubo en forma de cuello de ganso, de PVC o de cobre, con el fin de asegurar la elasticidad suficiente para absorber los esfuerzos causados por movimientos del terreno.
- ⚡ Nunca utilizar medios distintos a las máquinas perforadoras, para perforar las tuberías, porque se debilita la tubería y tarde o temprano, se ocasionará su rotura.
- ⚡ En la instalación de acometidas múltiples, los registros deben instalarse espaciados por lo menos 0,30 m y no, en línea recta.

4.1.7 Cortes y reconexiones del servicio de acueducto

La interrupción o reconexión del servicio de acueducto a un usuario, sólo podrá realizarse en cumplimiento de órdenes expresas emanadas del encargado del sistema, que ordenará su ejecución al fontanero, entregándole el formato elaborado para tal fin. Para suspender o reconectar el servicio, el fontanero designado deberá realizar una de las tres acciones siguientes, según lo ordene el encargado:

- ⚡ Suspensión (no pago de 2 cuentas de servicio): Accionar el registro de corte que antecede al medidor domiciliario para colocarlo en la posición de cierre o apertura que corresponda, colocando o retirando, según sea el caso, el dispositivo de seguridad (chapeta) utilizado para impedir la operación del registro por parte del usuario.
- ⚡ Suspensión (no pago de 6 cuentas de servicio): Retirar el medidor y taponar la acometida en los puntos donde estaba conectado, si se trata de suspensión; o restituirlo y reconectarlo, si la orden es de reconexión.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

- 1 Retiro definitivo (no pago de más de 6 cuentas de servicio): Suspender la acometida descubriendo y cerrando el registro de incorporación localizado en el punto de su conexión a la tubería de la red general de distribución si la orden es de suspensión, o abrirlo si se desea prestar de nuevo el servicio.

4.1.8 Reparación de tuberías y accesorios

En caso de que sea necesario cambiar o reparar alguna de las tuberías o accesorios que forman parte de la red de distribución, este debe hacerse en un máximo de 24 horas y debe registrarse el sitio y la magnitud del daño ocurrido.

Cuando se produzcan roturas de tuberías de acueducto que no demanden el cambio de más de 6 m, su reparación deberá ser efectuada por el personal de fontaneros asignado a las labores de operación y conservación de este servicio.

Procedimiento:

- 1 Se aísla el tramo o sector afectado por la falla, excavando hasta descubrir la tubería en donde se encuentra averiada. Esta excavación debe llevarse a pica en forma cuidadosa para no ocasionar más daños.
- 1 Se cortará la tubería para sustituir el tramo averiado y se instalarán las uniones necesarias para unir los tramos existentes con los tramos nuevos, o para reemplazar las uniones defectuosas. Las uniones más utilizadas para efectuar reparaciones son las uniones de reparación de PVC y las uniones de transición. La unión de reparación de PVC solo puede ser utilizada en tuberías de PVC y la unión de transición, se utiliza en las reparaciones de tuberías de diferentes materiales.

La instalación de las uniones de transición es la siguiente:

- 1 El manguito y los collares de hierro fundido deberán golpearse suavemente con un trozo de madera, para detectar por sonido la existencia de posibles roturas. Así mismo estos elementos deben observarse cuidadosamente en busca de porosidades en la fundición y en caso de tenerlas, no se deben reutilizar.
- 1 Para un buen montaje de las uniones debe tenerse especial cuidado con no doblar el empaque de caucho cuando entra en la ranura de la unión; también debe quedar simétricamente distribuidos en los tubos que se ensamblen.
- 1 Se procede a atracar y cubrir la tubería con material seleccionado. y reconstruir el piso, cuando el tramo de tubería reparado se encuentre bajo andenes o vías terminadas en asfalto o concreto, rellenando con material seleccionado hasta unos 0,05m por encima del nivel del piso y dejarlo expuesto al tráfico vehicular como mínimo dos (2) semanas, antes de pavimentar.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

4.2 CONTROL DE PERDIDAS DE AGUA Y DE CONSUMOS DE AGUA

Su objetivo es aumentar a los valores máximos deseables, la relación entre el volumen total de agua producida y el que llega a los usuarios. Esta relación expresada en porcentaje representa la eficiencia global del servicio, aunque su valor nunca llegará al 100%, porque en todos los acueductos, se tienen consumos internos y pérdidas de agua.

El balance del agua en la distribución; que se considera como el de mayor interés para la entidad prestadora del servicio, a veces se denomina agua no contabilizada. En la red de distribución se debe hacer un monitoreo continuo del estado de los micromedidores para hacer reparaciones o reposiciones si es necesario y de esta manera hacer balances exactos de pérdidas en los componentes, ayudando a la disminución de éstas.

4.2.1 Control de pérdidas de agua en la planta de potabilización

Los consumos de agua que se consideran normales en una planta de potabilización, están en el orden del cinco por ciento (5%) del agua cruda. Esto significa que en el balance de agua en tratamiento, la cantidad de agua que sale de la planta no debe ser menor del 95% del agua cruda. Si el margen es superado, deberán adelantarse investigaciones detalladas para detectar sus causas. Entre las posibles se mencionan las siguientes:

- 🚫 Consumo excesivo de agua para el lavado de filtros, o de otras unidades.
- 🚫 Filtraciones en los tanques de almacenamiento o alguno de aquellos donde se efectúan procesos de tratamiento, tales como floculadores, sedimentadores, entre otros.
- 🚫 Destinación del agua tratada a usos distintos de los usuales en ella.

Con base en los resultados de la investigación, deben adoptarse las medidas correctivas, que puedan ser acometidas de inmediato por el personal de la planta, o informarse al encargado del sistema, solicitando el estudio de las soluciones más adecuadas.

4.2.2 Control de pérdidas de agua en la red de distribución

Los factores que pueden determinar las diferencias entre los volúmenes de agua distribuida y facturada, pueden ser entre otros:

- 🚫 Errores en la medición o en la estimación del volumen de agua distribuida.
- 🚫 Errores en el registro, lectura o facturación de los consumos.
- 🚫 Existencia de conexiones fraudulentas o piratas.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

- ✚ Existencia de fugas o pérdidas de agua no visibles.
- ✚ Pérdida de agua significativa y no contabilizada por causa de los daños detectados durante el tiempo que transcurre entre su ocurrencia y su reparación.
- ✚ Consumos de aguas para lavado de la red, o consumos para atención de incendios.

La diversidad de factores y la dificultad para cuantificar su incidencia en forma confiable, ha llevado a aceptar como normales pérdidas hasta del 30%. Para tratar de mantener el agua no contabilizada por debajo de este valor, deberán cumplirse las siguientes normas:

- ✚ Mantener la vigilancia permanente del personal operativo del municipio, para detectar conexiones fraudulentas durante los recorridos que efectúe a las diferentes zonas de la localidad y ordenar la denuncia inmediata de las mismas.
- ✚ Corregir en el menor tiempo posible, todas las pérdidas de agua detectadas por el personal operativo, o denuncias hechas por la comunidad.
- ✚ Corregir los datos consignados en el registro de lectura y facturación, comprobación que debe hacerse sobre una muestra de cada sector, como mínimo un 1% de los suscriptores con medidor. La frecuencia de esta verificación deberá coincidir con la de los ciclos de lectura que establezca el encargado del sistema.
- ✚ La comprobación, que deberá ser realizada por el supervisor, consistirá en efectuar las lecturas de los medidores escogidos, en los mismos días en que se hace su lectura para la facturación, pero no simultáneamente y comparar posteriormente los consumos resultantes con los reportes de los equipos de lectura y los listados de facturación. La ubicación de los medidores seleccionados no deberá ser conocida en ningún momento por el personal que efectúa la lectura.
- ✚ Efectuar cada cuatro meses un registro de las presiones en la horas de mínimo consumo en los sectores en los cuales se considere posible se presenten los valores máximos y solicitar el estudio de soluciones para su reducción cuando se obtengan valores por encima de sesenta (60,0m) metros columna de agua.
- ✚ Solicitar al encargado del sistema, el cambio de todos los medidores que durante las investigaciones de fugas o en el transcurso de cualquier otra

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

acción de operación, se haya detectado que se encuentran trabados o que funcionan deficientemente, al igual para aquellos medidores que tengan más de 3.000m³ y promover la ampliación al 100% de la cobertura de la micromedición en el menor tiempo posible.

- 1 Realizar campañas periódicas de concientización de la comunidad para obtener su colaboración en la denuncia de daños en la red y en el control de desperdicios de agua a nivel domiciliario.
- 1 Controlar por parte del encargado del sistema, el cumplimiento estricto de las especificaciones de materiales y normas de instalación, de tuberías y acometidas que adelante el personal operativo de la entidad, o los contratistas de obras menores. Controlar igualmente la realización de las pruebas de estanqueidad y/o presión de tanque y tuberías construidas o instaladas.
- 1 Realizar cada cuatro (4) meses el balance de agua en la distribución, efectuando previamente la sistematización de las lecturas del macromedidor para las estimaciones de los volúmenes de agua distribuida. Los resultados se consignarán en los computadores de la entidad, y en las bitácoras correspondientes.
- 1 Realizar una vez cada dos semanas investigación detallada de las redes de distribución para detectar y localizar fugas subterráneas o cuando el balance de distribución de agua arroje porcentajes de agua no contabilizada superiores al 30%.
- 1 Localizadas las fugas, se deberá programar y ejecutar su corrección en el menor tiempo posible. Dicha reparación no debe demorarse más de 24 horas y además todos estos seguimientos y detalles deben quedar consignados en las tarjetas del sistema.

Realizar anualmente un análisis estadístico de los informes presentados por el fontanero que efectúe las reparaciones de las fugas localizadas para tratar de identificar las causas que con mayor frecuencia ocasionen fugas, a fin de estudiar las medidas preventivas (cambio de materiales, normas de construcción), que en el futuro podrían reducir los porcentajes de su ocurrencia. Este estudio deberá ser realizado por el Departamento Técnico.

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	---

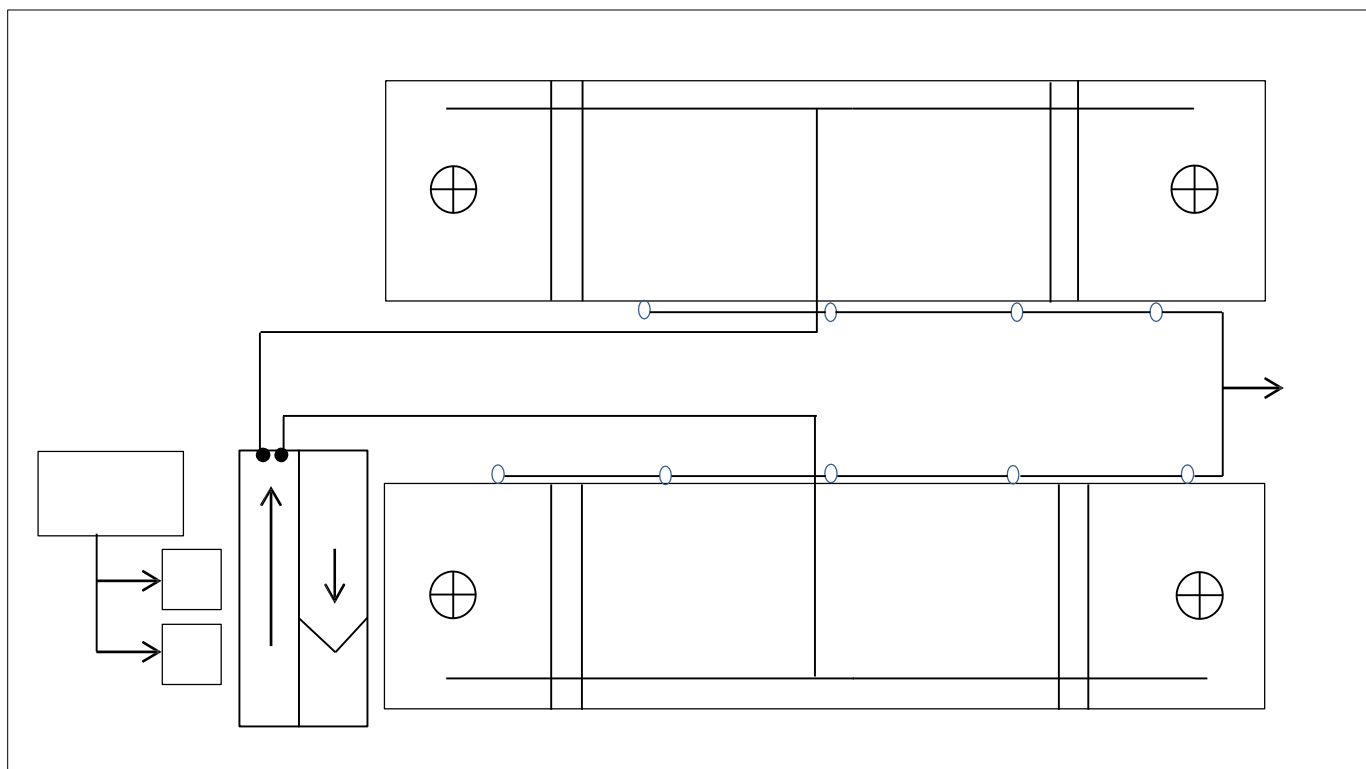
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. **REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS/2000**, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ministerio de Desarrollo, Bogotá, 2000.
- 2. **MARBELLO PÉREZ**, Ramiro. Fundamentos para las Prácticas de Laboratorio de Hidráulica, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín, 1997.
- 3. **ARBOLEDA VALENCIA**, Jorge. Teoría y Práctica de la Purificación del Agua, Tomo I, Ed. MCGRAW-HILL, Bogotá, 2000.
- 4. Ven Te Chow. Hidráulica de los Canales Abiertos, Ed. DIANA S.A., México, 1982.
- 5. **AZEVEDO NETTO**, de J.M., ALVAREZ ACOSTA, Guillermo. Manual de Hidráulica, Ed. HARLA S.A. DE C.V., México, 1976.
- 6. **ROMERO CORCHO**, Freddy Hernán, DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño, Universidad de Medellín, Centro General de Investigaciones, Medellín, 1993.
- 7. **PÉREZ PARRA**, Jorge Arturo. Manual de Potabilización del Agua, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, Medellín, 1990.
- 8. **PÉREZ PARRA**, Jorge Arturo. Acueductos y Alcantarillados 1ª Edición, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, Medellín, 2002.
- 9. **LÓPEZ CUALLA**, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá, 1995.
- 10. **ROLIM MENDOCA**, Sérgio. Sistemas de Lagunas de Estabilización, Ed. MCGRAW-HILL, Bogotá, junio de 2000.
- 11. **LARA DE CASTILLO**, Benilda y Otros. ACUEDUCTOS, Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Dpto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Popayán, Agosto de 1.997.
- 12. Listado de Precios y Catálogo de Productos. RALCO S.A., PAVCO S.A., METACOL S.A., TITAN S.A., SUPERTUBOS S.A., TOXEMENT, ITW RAMSET

	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

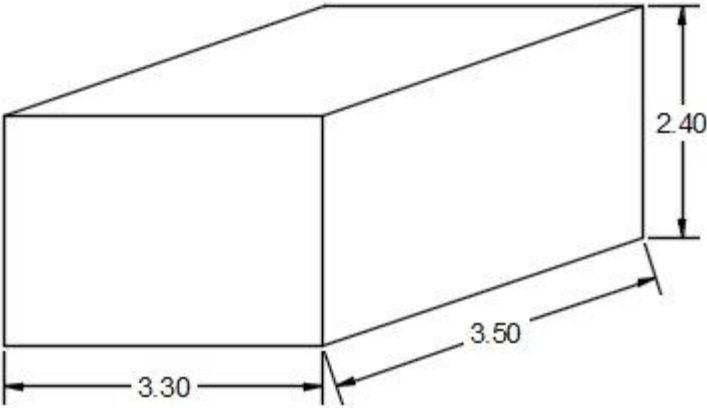
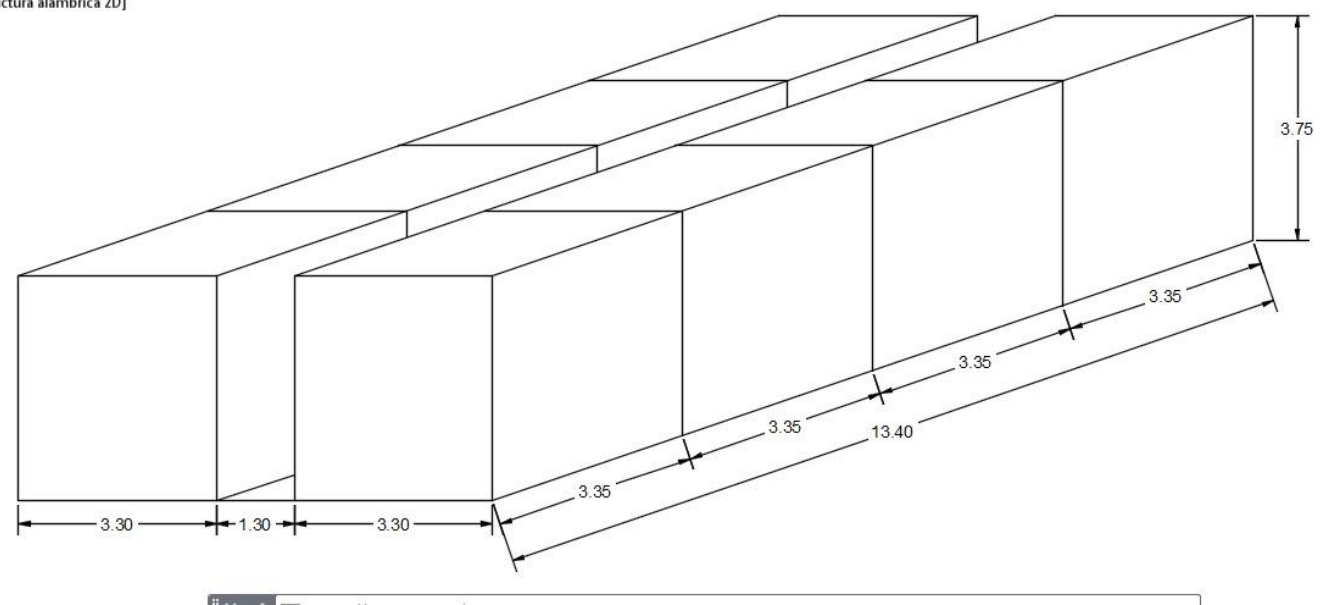
ANEXOS

Dimensiones de los tanques de floculación y sedimentación de la ptap cimitarra-santander.



	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	----------------------------

ructura alámbrica 2D]



	INSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO	CÓDIGO VERSIÓN FECHA
--	--	------------------------------------

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Unidades que contiene el agua tratada que se envía a la red de distribución. La PTAP del municipio de Cimitarra cuenta con cinco tanques de almacenamientos construidos en concreto con capacidad total de 1624 m³. Dentro de la planta se encuentran dos tanques de almacenamiento.

TANQUE N°1 (TANQUE NUEVO DE DISTRIBUCION)

Largo 13.30 mts
Ancho 13.50 mts
Alturas 4 mts
Volumen: 718 m³

Tanque N° 2 (TANQUE ANTIGUO DE DISTRIBUCION)

Largo 10.50 mts
Ancho 10.30 mts
Alturas 4.10 mts
Volumen: 443.4 m³

Tanque N° 3 BUENOS AIRES

Largo 3.55 mts
Ancho 3.55 mts
Alturas 2 mts
Volumen: 25.2 m³

Tanque N° 4 BOMBEO DE BUENOS AIRES

Largo 3.50 mts
Ancho 3.30 mts
Alturas 2.40 mts
Volumen: 27.72 m³

Tanque N°5 ZONA DE EXPANSION

Largo 10.30 mts
Ancho 4.90 mts
Alturas 2.70 mts
Volumen: 136.26 m³

