

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE MUZO -  
BOYACÁ.



CONTENIDO	PÁG
Introducción	2
1. Descripción del sistema de tratamiento.	3
2. Características de la fuente de agua.	3
3. Procesos del sistema de tratamiento.	4
4. Programa de operación y mantenimiento.	4
5. Regulación, vigilancia y control de la fuente de agua.	5
6. Diagrama del proceso de tratamiento.	7
7. Descripción de los equipos que componen la planta de tratamiento.	8
8. Productos químicos utilizados.	13
9. Precauciones en la preparación de los químicos.	14
10. Operación, mantenimiento y funcionamiento del sistema.	15
11. Anotaciones importantes para el adecuado manejo de la planta de potabilización.	15
12. Factores a tener en cuenta en la desinfección con cloro.	16
13. Anexos.	17

## INTRODUCCIÓN

El presente manual constituye un aporte ágil y dinámico para el arranque, puesta en marcha, mantenimiento, operación y el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el acueducto de Muzo - Boyacá, pero se considera que no es un documento definitivo, ya que depende de la dedicación y de servicio, que debe acompañar a un buen operador. Lo anterior permitirá dar el cumplimiento adecuado a los procedimientos hidráulicos, químicos, físicos y sanitarios que se requieren para que este tipo de sistemas de potabilización sean operados y trabajen óptimamente.

La planta de tratamiento de agua potable se concibe para que funcione adecuadamente, pueda prestar un servicio con los parámetros de calidad establecidos por la normatividad vigente. La confiabilidad del sistema de tratamiento y la capacitación de los operadores son factores primordiales que determinan la continuidad, calidad y eficiencia del servicio público a la población beneficiada.

La cantidad, continuidad y calidad del agua potable que abastece la población comprometida, depende de varios factores como son: Caudal y calidad de agua captada de la fuente, el tratamiento y procedimientos que se aplican para la potabilización del agua, el estado de las instalaciones físicas y de los equipos, la disponibilidad de recursos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento, la disponibilidad y el grado de capacitación del personal que opera la planta de tratamiento, además del compromiso de los administradores del servicio de acueducto.

El sistema de abastecimiento de agua potable funciona adecuadamente y con suficiencia, si la población que abastece utiliza el servicio racionalmente acorde con los consumos y dotaciones del servicio, por tal motivo es necesario para la óptima funcionalidad del sistema contar con el compromiso de la administración del sistema y la comunidad beneficiada.

Es de vital interés que este manual de operación y mantenimiento, sea consultado por los operadores, el área técnica y el jefe de operaciones, además, del personal administrativo que se relacione de manera directa con el manejo, la administración, supervisión y evaluación del sistema.

## CONSIDERACIONES PRELIMINARES

El sistema de tratamiento, está concebido para obtener una alta eficiencia en la potabilización del agua, mediante una sencilla, adecuada operación y mantenimiento de cada uno de los equipos y estructuras que la conforman.

### 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento instalada es un sistema fabricado en poliéster reforzado en fibra de vidrio, con los procesos convencionales de tratamiento, diseñado para tratar un caudal de 10 l/s. El funcionamiento del sistema se hace por gravedad por medio del cual se suministra el flujo de operación y de lavado del sistema.

El sistema de tratamiento consta de los siguientes equipos: Un (1) tanque de oxidación con una capacidad de 25.000 litros, un (1) tanque de trasiego con una capacidad de 5.000 litros, una (1) unidad de floculación-sedimentación de alta tasa de 3,0 m. de diámetro y 3,6 m. de altura y cuatro (4) unidades de filtración de 1,0 m. de diámetro y 3,6 m. de altura, esta filtración se hace por medio de arenas y carbón activado y cuatro (4) bombas dosificadoras para el suministro de los químicos requeridos en el tratamiento.

Ventajas del poliéster reforzado con fibra de vidrio son:

- Material Termo estable: No se contrae ni se expande con cambios de temperatura.
- Baja conductividad térmica.
- Gran resistencia al desgaste.
- Limpieza fácil y rápida.
- Excelente resistencia a la corrosión.
- Bajo peso.
- Fácil y económicamente reparable.

## 2. CARACTERISTICAS DE LA FUENTE DE AGUA.

### 2.1 Fuente de agua: Superficial.

2.2 **Características de la fuente de agua:** Se cuenta con una calidad de agua a nivel fisicoquímico con color aparente al límite del valor admisible, turbiedad por encima de la norma condiciones que se pueden presentar por la presencia de materia orgánica natural (MON), contaminación positiva a nivel microbiológica.

## 3 PROCESOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

- **Oxidación química:** Para la desestabilización del hierro y/o la materia orgánica natural (MON) presente en la fuente de agua y que es el responsable del color, de tal manera que se vuelva insoluble para que sea retenida en los procesos siguientes de tratamiento.
- **Coagulación y floculación:** Para propiciar la formación del floc (partículas grandes) de tal manera que sea retirado por los procesos posteriores de tratamiento.
- **Sedimentación:** Para precipitar la mayor cantidad de floc formado por las partículas causantes del color en el agua.
- **Filtración con arenas:** Para remover los sólidos suspendidos causantes del color y la turbiedad del agua. Esta filtración está compuesta por una capa múltiple de arena con variedad en tamaño y gravedad específica.
- **Clarificación con carbón activado:** Opera por adsorción, en este proceso las moléculas de impurezas se adhieren a la superficie del carbón activado.
- **Desinfección:** Para remover del agua las bacterias causantes de la contaminación microbiológica del agua.

## 4 PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La operación debe ser entendida como una acción o conjunto de acciones, destinadas a lograr que cada componente del sistema de acueducto cumpla con la función estructural e hidráulica para la cual fue diseñado, de acuerdo con las normas, especificaciones y eficiencias previamente establecidas.

El programa de mantenimiento, lo integran todas las actividades que se desarrollan para conservar en condiciones normales de operación los equipos e instalaciones como son: Instrumentos, tuberías, estructuras, drenajes, válvulas, dosificadores de químicos, entre otros, este programa es elaborado principalmente con base a los instructivos de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes, dichas actividades se dividen en:

**Mantenimiento preventivo:** Son las actividades que se desarrollan para detectar y prevenir a tiempo cualquier inconveniente antes de que falle algún equipo o instalación, sin interrumpir su operación.

**Mantenimiento correctivo:** Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación de acuerdo al programa de mantenimiento o por reparación o sustitución de los mismos por fallo repentino, en este caso se interrumpe su operación.

Por seguridad y para evitar riesgos, toda reparación se deberá realizar por personal capacitado o por empresas especializadas, utilizando la herramienta y refacciones adecuadas que garanticen atender correctamente y a tiempo cualquier eventualidad.

Para el mantenimiento deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- La responsabilidad del mantenimiento debe estar claramente definida y asignada a personal competente.
- Los recursos financieros deben estar establecidos y asegurar su disponibilidad oportuna.
- Se debe contar con el tipo de elementos, herramientas, repuestos y equipos apropiados para proveer el mantenimiento.
- Las actividades de mantenimiento preventivo deben ser planeadas y programadas.
- Para la correcta aplicación y seguimiento del programa de operación y mantenimiento, es obligatorio tener en la caseta de operación una "Bitácora" donde se registrarán por escrito de forma continua, pormenorizada y por fechas, todas las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como de la propia operación.

## 5 REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA FUENTE DE AGUA

Se deben efectuar recorridos periódicos rutinarios por la cuenca hidrográfica (inspección sanitaria) identificando y caracterizando los riesgos que pueden llegar a afectar la cantidad y calidad del agua de abastecimiento.

De acuerdo con los resultados de inspección sanitaria determinar la frecuencia y tipo de análisis de la calidad del agua. Se debe presentar informe de la inspección sanitaria a la administración del acueducto, a cerca de las situaciones anormales encontradas en su recorrido, por lo tanto, la inspección sanitaria y los análisis de calidad de agua son actividades complementarias.

Tabla N° 1. Análisis Rutinarios para un seguimiento efectivo

Parámetros	Análisis
Microbiológico	Coliformes
Organolépticos y Físicos	DBQ <sub>5</sub> días, Oxígeno disuelto, pH, Turbiedad Color verdadero Conductividad
Químicos con efecto indirecto sobre la salud humana	Alcalinidad total Acidez Hidróxidos Dureza Calcio Magnesio

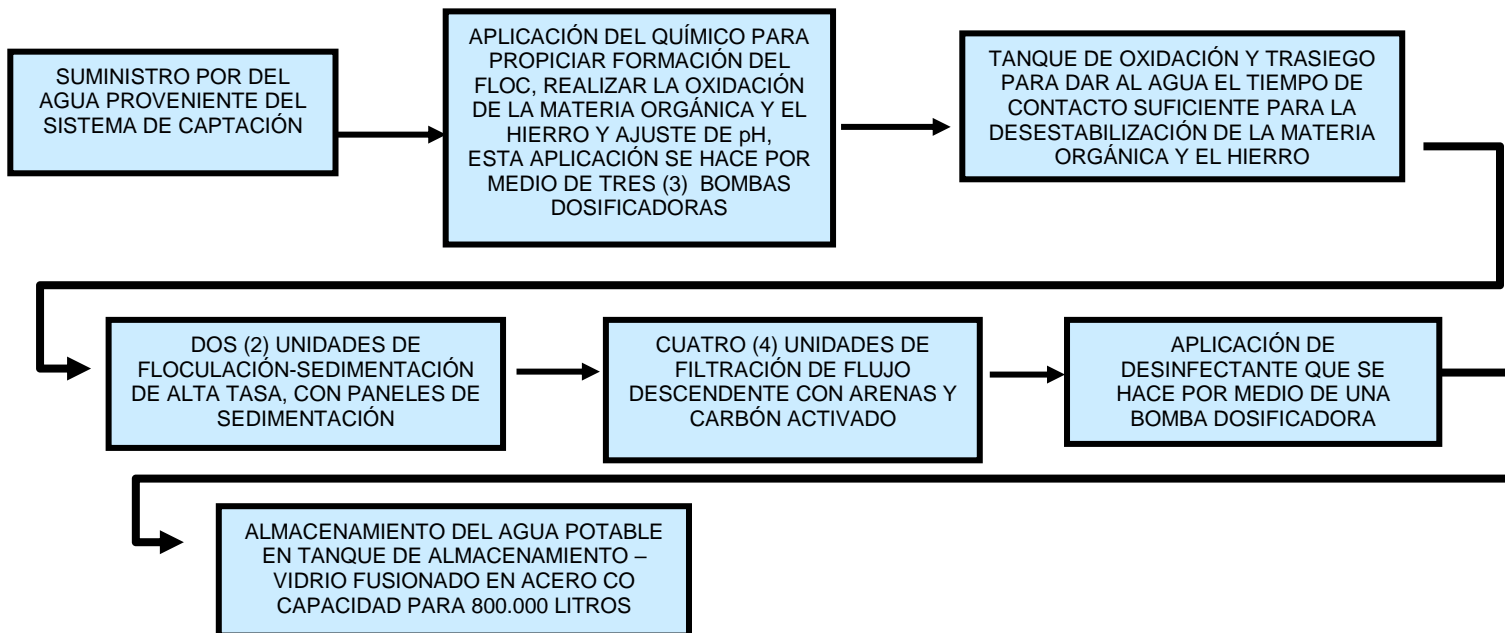
Fuente: RAS/2017

Tabla N° 2. Parámetros de calidad de la fuente

Parámetros	Fuente aceptable
DBO 5 (Promedio mensual mg/l)	≤ 1.5
Coliformes totales (NMP/100 ml)	0
Promedio mensual	0- 50
Oxígeno disuelto	≥ 4
Ph	6.0 – 8.5
Turbiedad (UNT)	< 2
Color verdadero (UPC)	<10
Gusto y olor	Aceptable
Cloruros (mg/l- Cl)	< 50
Fluoruros (mg/l- F)	< 1.2

Fuente: RAS/2017

## 6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO



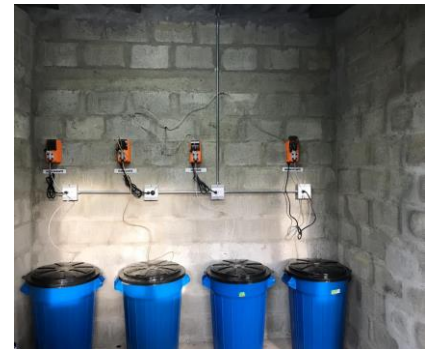
## 7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

### 7.1. Dosificadores eléctricos de productos químicos.

Consiste en cuatro (4) bombas dosificadoras de diafragma con tanques plásticos con capacidad para 110 litros en los cuales se realiza la dilución de los productos químicos Oxidante (hipoclorito de calcio al 70%), floculante (Sulfato de Aluminio tipo B en polvo), corrector de pH (Soda cáustica en escamas) y desinfectante (hipoclorito de calcio al 70%)

#### Especificaciones:

- ~ Aplicación: suministro de productos químicos
- ~ Flujo: 2,4 GPH.
- ~ Presión máxima de descarga: 110 PSI.
- ~ Cantidad: Cuatro (4) unidades.
- ~ Capacidad tanques de preparación de químicos: 110 litros.
- ~ Accesorios: Incluye cheques de succión y descarga, mangueras



#### **Mantenimiento**

Las bombas dosificadoras presentan varios cheques de succión y descarga que deben ser limpiados con periodicidad de tal manera que no se obstruyan porque en caso de que esto pase el dosificador deja de suministrar el químico requerido. Recomendamos revisar dos veces al día que las bombas dosificadoras estén entregando el químico para realizar esta labor se debe revisar el cheque de descarga que se encuentra en la parte superior de la bomba dosificadora, si al destapar la bomba no está inyectando el químico se debe proceder a revisar el cheque de succión de la bomba y verificar que no se encuentre obstruido con los químicos.

**Nota:** Es necesario que se realice una adecuada dilución del químico cuando se está preparando antes de agregarlo en la caneca de donde succiona la bomba, esta dilución se hace con agua potable y no se debe agregar a la caneca hasta que no se encuentre totalmente soluble en el agua. Además es necesario que

Calle 16 Sur No. 43 A – 49 Ofc 302 Medellín, Colombia

Teléfono: 352 68 90

direccionetecnica@opcioningenieria.com.co

cada que se termine el químico se saque de la caneca el material que queda precipitado para evitar que se apelmace y cause obstrucción en la succión de las bombas. Para el caso de la planta los químicos que se deben de disolver bien en el agua son el Hipoclorito de calcio –cloro, el sulfato de aluminio tipo B en polvo ya que la soda cáustica en escamas es soluble en el agua.

Para garantizar la eficiencia en el proceso de oxidación - coagulación – floculación, debe vigilarse la correcta operación de los procesos de dosificación. Para garantizar la eficiencia de coagulación – floculación se debe medir la remoción de la turbiedad y color en el agua sedimentada o filtrada y/o en el efluente de la planta de tratamiento, análisis que debe cumplir con la normatividad vigente.

De la eficiencia del proceso dependerán los rendimientos en todas las unidades posteriores de tratamiento, como la floculación, sedimentación, filtración y la desinfección.

Por último se recomienda la implementación de un regulador de energía si no se cuenta con energía constante para darle una protección a las bombas dosificadoras y que no se llegue a tener una afectación a futuro por apagones de energía.

## 7.2. Unidad de floculación - sedimentación.

La planta cuenta con una unidad que involucra los procesos de floculación hidráulica por manto de lodos y sedimentación de alta tasa.

### 7.2.1. Floculador de manto de lodos

Para la agitación de la masa líquida, el floculador de manto de lodos derivan su energía de la carga de velocidad que el flujo adquiere al entrar por la tubería perforada de distribución de agua hacia la sección cónica donde se forma el manto de lodos por diferencia de gradientes.

El floculador de manto de lodos puede dilatar el deterioro del efluente causado por una dosis inadecuada del coagulante, debido al efecto tampón (buffer) del manto de lodo.



El eficiente funcionamiento de esta unidad depende en gran medida de un control operacional riguroso.

### Operación y mantenimiento

En la operación inicial el manto de lodo se tarda en estabilizarse. Hasta formar el manto de lodos, se recomienda operar la unidad con una carga superficial reducida. En la entrada del floculador, se ubica una válvula que controla la entrada de flujo, igualmente en la tubería de evacuación de lodos se coloca una tubería de desagüe. Cuando en la estructura, el manto de lodos ascienda hasta el sistema de tuberías de recolección, se debe realizar purga de los lodos, ésta operación se realiza dejando abierta la válvula de entrada y se abre la válvula de purga, de esta manera se realiza una limpieza del manto de lodos con el fin de mantener una concentración óptima del manto de lodos. En la práctica es preferible realizar descargas con mayor frecuencia y de menor duración, para mantener estable el manto de lodo. El material que se vierte de esta purga se conduce por la tubería de drenaje.

#### 7.2.2. Sedimentador de alta tasa

Se entiende por sedimentación la operación por la cual se remueven las partículas sólidas de una suspensión mediante la acción de la fuerza de gravedad. La característica fundamental del sedimentador de alta tasa es su poca profundidad. Para obtener una buena operación de sedimentación, es necesario que la etapa de coagulación - floculación se realice adecuadamente, luego se debe asegurar una distribución adecuada del caudal, minimizar los cambios bruscos de flujo, asegurar una carga de rebose uniforme sobre los orificios efluentes con el fin de evitar cortocircuitos y caminos preferenciales del agua, controlando además los tiempos de retención y las cargas superficiales, la cual este determinada por el tamaño de las partículas, su forma y densidad.

#### Especificaciones de las unidades de floculación - sedimentación:

- Dos (2) unidades de floculación - sedimentación con un diámetro de 3,0 m. y 3,60 m. de altura.
- Accesorios adicionales: Válvulas, tuberías de 4" de diámetro y paneles de sedimentación.
- Paneles de sedimentación: Tubos fabricados en ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), material de alta resistencia mecánica e inertes al ataque químico de agentes corrosivos (sulfato de aluminio o ácidos orgánicos) y ambientales. Los paneles presentan las siguientes especificaciones técnicas:

## Operación y mantenimiento

- Comprobar si por el efluente hay salida de flóculos. Situación que se puede presentar debido a que el flóculo sea muy liviano o a que se presente una colmatación en la unidad de floculación y la velocidad del líquido arrastre los flocs formados.
- Retirar el material flotante en el sedimentador por medio de un desnatador.
- Verificar si existe desprendimiento de burbujas de aire, originadas por fermentación y tiempo de detención hidráulico de lodos.
- Cuando se realice una parada de periodo largo (mayor a 24 horas) debe mantenerse un residual de cloro por lo menos de 5 ppm o vaciar la unidad para evitar la fermentación de los lodos.
- Verificar la distribución del flujo.
- Cada seis (6) meses se debe programar un mantenimiento de todo el sistema floculación sedimentación.

### 7.3. Unidades de filtración de flujo descendente con arenas y carbón activado.

Unidades que involucran los procesos de filtración descendente con arenas y carbón activado los cuales realizan remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua. El carbón activado opera por adsorción, en este proceso las moléculas de impurezas se adhieren a la superficie del carbón activado. Este lecho filtrante retiene firmemente moléculas más pesadas tales como compuestos orgánicos aromáticos. El proceso de adsorción del carbón activado opera como un imán para mantener las impurezas en la superficie de éste.

El carbón activado remueve los compuestos orgánicos volátiles (VOC), los pesticidas y herbicidas, los compuestos como trihalometanos, radón, los solventes y otros



productos hechos por el hombre y que se encuentran en las aguas, además retira el olor, color y sabor.

#### Especificaciones de las unidades:

- Cuatro (4) unidades.
- Diámetro: 1,0 m.
- Altura: 3,60 m.

Es de tener en cuenta que estas son las unidades que más operación deben tener ya que son las que soportan casi toda la carga contaminante y si se dejan saturar estos armaran caminos de agua y no se hará una filtración adecuada del agua, adicional a esta dificultad se pueden generar una capa de lodos tan densa y espesa que empezaría a generar pérdidas y por ende el agua en las unidades anteriores empezarían a rebotar por no tener un paso normal del agua.

**Nota.** Para el mantenimiento del sistema se anexa una tabla con el orden de operación de las válvulas para el funcionamiento normal y para realizar el retrolavado y enjuague de las unidades.

#### Materiales de fabricación de todas las unidades fabricadas en PRFV:

Elementos fabricados totalmente en resina Poliéster DCPD P436 TIX de Suin.

Refuerzo en fibra de vidrio tipo Mat de 450 gr/cm<sup>2</sup> y Wove

Roving de 800 gr/cm<sup>2</sup>.

#### 7.4. Sistema de cierre.

Se compone de una (1) válvula de cierre hidráulica de 4" de diámetro controlada por medio de una válvula solenoide de ½" de diámetro y un suiche control de nivel. Este sistema hace que la planta opere automáticamente, evitando el rebose de agua potable y activando los dosificadores de químicos.



### 7.5. Tanques de oxidación y trasiego.

Se compone de dos (2) tanques fabricados en PRFV para dar al agua el suficiente tiempo de contacto con los químicos y así lograr la desestabilización del color producido por el hierro y la materia orgánica.

Cantidad: Dos (2) tanques, un tanque de 25.000 litros para la oxidación y otro tanque de 5.000 litros para el trasiego.



### 7.6 Lechos de secado.

Para la deshidratación de los lodos que se generan en el proceso de tratamiento de la PTAP.

Diámetro: 2,5 m.

Altura: 1,00 m.

Cantidad: Dos (2) unidades.



Para la operación de estas unidades de tratamiento se debe realizar por baches y alternando cada unidad para no saturar una u otra.

El retiro de los lodos que se deshidraten en las unidades debe retirarse y disponer en un lugar determinado ya sea por la autoridad competente o el operador del sistema de tratamiento.

## 8. PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS

~ **OXIDANTE:** Se utiliza **Cloro granulado de alta solubilidad al 70%**, para la desestabilización de la materia orgánica que es la responsable del color del agua. Preparar \_\_\_ kilogramo(s) en la caneca de preparación -100 litros.

- ~ **FLOCULANTE:** Se utiliza **Sulfato de Aluminio tipo B en polvo**. Se encuentra en el mercado en bultos de 25 kilogramos. Es el responsable de formar el floc con las partículas causantes del color y la turbiedad. Preparar \_\_\_\_\_ kilogramo(s) en la caneca de preparación -100 litros.
- ~ **DESINFECTANTE:** Se utiliza **Cloro granulado de alta solubilidad al 70%**, se encuentra en el mercado en canecas de 45 Kg. Cada que adicione cloro se debe controlar su concentración en el agua de consumo del acueducto la concentración en los sitios de consumo (grifos de las casas) debe estar entre 0.5 ppm (casas más alejadas del tanque de almacenamiento) y 2.0 ppm. Se prepara 1,0 kilogramo en la caneca de preparación.- 100 litros.
- ~ **AJUSTE DE pH:** Se utiliza **Soda Cáustica**, se encuentra en el mercado en bultos de 25 kilogramos. Es la responsable de elevar el pH del agua cuando se encuentre en valores por debajo de la norma. Preparar \_\_\_ kilogramo(s) en la caneca de preparación -100 litros.

**Nota.** Es importante anotar que tanto las concentraciones de los químicos (cantidad de químicos a preparar en las canecas de 110 litros) como el caudal de entrega de las bombas dosificadoras dependen de la calidad de agua que ingresa al sistema. Recomendamos proveer el acueducto de un pequeño equipo de laboratorio de tal manera que puedan realizar las determinaciones de las dosis necesarias de acuerdo a la calidad del agua cruda, el equipo de laboratorio debe tener como mínimo: Test de jarras, medidor de pH, medidor de turbiedad, medidor de color, medidor de alcalinidad total, medidor de hierro y conductividad y vidriería requerida (pipetas, beakers, entre otros). Con estos equipos las personas a cargo del sistema deben elaborar una tabla de acuerdo a las diferentes calidades de agua que ingresen al sistema y tener definida las concentraciones y caudales de las bombas dosificadoras para cada caso.

## 9. PRECAUCIONES EN LA PREPARACIÓN DE LOS QUIMICOS

- ~ Mantener los químicos en recipientes plásticos totalmente cerrados y debidamente rotulados con su nombre y una advertencia de precaución. Sólo deben ser manipulados por el personal autorizado.
- ~ Para la preparación de los químicos se debe tener en cuenta agregar primero agua y encima del agua agregar el químico. **Importante:** Por ningún motivo se debe realizar de forma inversa.
- ~ Cuando se vaya a preparar los químicos se debe hacer en un espacio abierto, que tenga buena ventilación, nunca realizarlo en un lugar cerrado. No inhalar los químicos.

Calle 16 Sur No. 43 A – 49 Ofc 302 Medellín, Colombia

Teléfono: 352 68 90

direcciontecnica@opcioningenieria.com.co

- ~ No permitir contacto directo de los químicos con la piel.
- ~ Se debe procurar que el lugar de almacenamiento esté libre de humedad y se conserve a temperatura ambiente.
- ~ Se debe tener para la preparación de los químicos un equipo de seguridad para la manipulación de los químicos: Gafas, guantes, delantal, botas y tapabocas con filtro para gases.

**10. OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.** Para la operación y lavado del sistema ver planos anexos y tabla de operación de válvulas.

#### 10.1 MANTENIMIENTO TÉCNICO.

Para garantizar el óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento se deben realizar dos tipos de mantenimiento: Uno de rutina y otro por personal especializado.

El mantenimiento de rutina, este mantenimiento lo realiza el operario encargado del manejo del sistema y se hace de acuerdo a las indicaciones dadas en la tabla de operación de la planta, se debe realizar cuando se presente saturación de los lechos filtrantes de las unidades. La frecuencia de lavado se determina de acuerdo al consumo y a la variación de la calidad del agua cruda. **El mantenimiento especializado**, se realiza cada seis (6) meses y debe hacerse con técnicos de nuestra empresa. En el mantenimiento se revisan todos los componentes de la planta, se lavan a presión todos los componentes del sistema y los lechos filtrantes y se dan las recomendaciones pertinentes para el funcionamiento adecuado del sistema. Este mantenimiento lo debe realizar personal técnico de OPCIÓN INGENIERÍA S.A.S.

#### 11. ANOTACIONES IMPORTANTES PARA EL ADECUADO MANEJO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN.

- ~ EL pH y el cloro residual deben chequearse diariamente y preferiblemente en los grifos de consumo. Se deben llevar registros de este control.

- ~ Controle el caudal de trabajo normal de la planta a **Caudal de diseño = 10 l/s**, este control se hace con la **válvula No.1**.
- ~ Realizar el lavado de los equipos cuando se presente saturación de los lechos filtrantes, teniendo en cuenta la calidad del agua cruda y el consumo de agua tratada.
- ~ Los tanques de almacenamiento de agua tratada deben permanecer tapados para evitar la incidencia de los rayos solares que evaporan el cloro y aceleran el crecimiento de algas que contaminan el agua. No se debe utilizar detergentes en el lavado de los tanques de almacenamiento de agua tratada.
- ~ Los implementos de aseo que se utilicen en el área de la planta como botas, guantes, cepillos, escoba, traperos, baldes y otros, deben ser de uso exclusivo de la planta, ya que pueden ser vías de contaminación cuando se utilizan en otros sitios contaminados.

## 12. FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA DESINFECCIÓN CON CLORO.

La desinfección del agua depende de varios factores:

- Cloro residual.
- pH del agua.
- Tiempo de contacto del agua con el Cloro.
- Temperatura.
- **Cloro residual:** Se dosificará el cloro en el sistema de tratamiento de manera de obtener un residual de cloro de 0.5 a 2.0 ppm. **NOTA:** Por ningún motivo se debe suspender la dosificación de cloro al agua tratada.
- **pH del agua:** El cloro tiene una acción bactericida mucho más eficiente a pH ácido (entre 6.5 y 7.5), a pH básico (mayor de 7.5) no tiene una acción bactericida fuerte; por esta razón cuando se vaya a tomar una muestra de agua de un agua tratada se deben medir: El pH y el Cloro residual.

