

PROYECTO DE INGENIERÍA: “RECUPERACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN SECTORES AFECTADOS POR LA DEMOLICIÓN DE TANQUES ELEVADOS Y DOTACIÓN A REASENTAMIENTO HABITACIONAL DE DAMNIFICADOS POR EL TERREMOTO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MANTA-MANABÍ

ABRIL 2022

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente manual, tiene como objetivo el instruir al personal del GAD Manta y en particular a la Gerencia Técnica de la EPAM sobre la operación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Manta, cubre aspectos técnicos y prácticos para que éstos puedan ejecutar de una manera eficiente las tareas de Operación y Mantenimiento (O&M) de los diversos componentes hidráulicos, mecánicos, eléctricos y de instrumentación instalados en los diversos procesos unitarios de tratamiento de la Planta cuyo objetivo principal es el de producir un agua para consumo humano que cumpla con las normas nacionales.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA MANTA

La PTAP MANTA tiene una capacidad de tratamiento de diseño de 350 l/s

La calidad de las aguas, muestra el siguiente rango de ocurrencia:

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

| | RESULTADO | UNIDAD | LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y US DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIERE TRATAMIENTO CONVENCIONAL. TULA | MÁXIMO PERMITIDO INEN 1108 2014AGUA POTABLE |
|------------------------------------|-------------|--------|--|---|
| pH a 26.5°C | 7.22 | --- | 6 – 9 | --- |
| Turbiedad | 47.8 | NTU | 100 | 5 |
| Color | 110 | UCV | 100 | 15 |
| Dureza Total (CO ₃ Ca) | 90 | mg/l | 500 | --- |
| Alcalinidad fenolftaleína | 0.0 | mg/l | --- | --- |
| Alcalinidad Total | 80 | mg/l | --- | --- |
| Sólidos Disueltos | 152.2 | mg/l | 1000 | --- |
| Totales | | | | |
| ANIONES | | | | |
| Cloruros | 7.01 | mg/l | 250 | --- |
| Bicarbonatos | 80 | mg/l | --- | --- |
| Carbonatos | 1.0 | mg/l | --- | --- |
| Sulfatos | 20 | mg/l | 400 | --- |
| Nitritos | 0,08 | mg/l | 1.0 | 3.0 |
| Nitratos | 0.7 | mg/l | 10 | 50 |
| | | TOTAL | 108,79mg/ l | |
| ANIONES: | | | | |
| CATIONES | | | | |
| Calcio | 24 | mg/l | --- | --- |
| Magnesio | 7.29 | mg/l | --- | --- |
| Hierro | 0.15 | mg/l | 1.0 | --- |
| Manganeso | 0.31 | mg/l | 0.1 | --- |
| Sodio | 10 | mg/l | 200 | --- |
| Aluminio | 0.12 | mg/l | --- | --- |

| | | | | |
|----------|-------|------|-----------|------|
| Cobre | 0.28 | mg/l | 2.0 | 2.0 |
| Cromo | 0.002 | mg/l | 0.05 | 0.05 |
| Plomo | 0.005 | mg/l | 0.01 | 0.01 |
| TOTAL | | | 42.62mg/l | |
| CATIONES | | | | |

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

| | | | | |
|------------|------|-----------|------|------|
| COLIFORMES | 1340 | UFC/100ml | 3000 | --- |
| TOTALES | | | | |
| COLIFORMES | 53 | UFC/100ml | 600 | <1.0 |
| FECALES | | | | |

Los procesos unitarios de tratamiento conforme a los diseños, tienden a remover concentraciones altas de color con turbiedades bajas en los veranos y turbiedades altas en el invierno, mediante los siguientes procesos convencionales:

- Cascada de Aireación.
- Mezcla rápida: en la cual se inyecta el coagulante que puede ser sulfato de aluminio y PAC
- Mezcla lenta hidráulica de flujo horizontal con tres zonas de gradientes de velocidad (85 s^{-1} , 50 s^{-1} , 20 s^{-1} y tiempo de residencia de entre 10 y 30 minutos).
- Sedimentación de alta rata con placas y tasas de trabajo de $232.35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$.
- Filtración de lecho mixto de arena y antracita con tasa de filtración de $320 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ y carreras de filtración de 50 horas
- Cámara de Contacto: para desinfección.

2.1 Cascada de Aireación

Las funciones más importantes de la aireación son:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el OD

- Disminuir la concentración de CO₂
- Disminuir la concentración de H₂S
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco
- Oxidar hierro y manganeso
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores

Para el presente proyecto se propone airear el efluente mediante una cascada de aireación, por lo que el procedimiento consiste en determinar la altura de la cascada, así como la cantidad de escalones de aireación y cuyas características son las siguientes:

Temperatura: 27°C

Oxígeno disuelto del efluente: 0 mg/L

Oxígeno disuelto a la salida de la cascada: 5.0 mg/L

Caudal: 30240 m³/d

2.2 Mezcla rápida

La mezcla rápida es una operación empleada en el tratamiento del agua con el fin de dispersar diferentes sustancias químicas y gases. En plantas de purificación de agua el Mezclador rápido tiene generalmente el propósito de dispersar rápida y uniformemente el coagulante a través de toda la masa o flujo de agua. Esta dispersión debe ser lo más homogénea posible, con el objeto de desestabilizar todas las partículas presentes en el agua y optimizar el proceso de coagulación. ¡La coagulación es el proceso más importante en una planta de filtración rápida; de ella depende la eficiencia de todo el sistema.

La mezcla rápida puede efectuarse mediante turbulencia, provocada por medios hidráulicos o mecánicos, tales como: resaltos hidráulicos en canales, canaletas Parshall, vertederos rectangulares, tuberías de succión de bombas, mezcladores mecánicos en línea, rejillas difusoras, chorros químicos y tanques con equipo de mezcla rápida.

Para el presente proyecto se ha diseñado como unidad de mezcla rápida una canaleta rectangular con cambio de pendiente (mezclador tipo rampa) que presenta además la ventaja de servir como unidad de medición de caudal.

2.3 Mezcla lenta

El objetivo del Floculador es proporcionar a la masa de agua de agua coagulada una agitación lenta aplicando velocidades decrecientes, para promover el crecimiento de los flóculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flóculos salga de la unidad. La energía que produce la agitación del agua puede ser de origen hidráulico o mecánico. En el caso del presente proyecto se han contemplado el uso de floculadores hidráulicos de flujo vertical.

2.4 Sedimentación

La sedimentación es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. En términos de tratamiento de aguas la sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. En la mayoría de los casos, el objetivo principal es la obtención de un efluente clarificado, pero también es necesario producir un lodo cuya concentración de sólidos permita su fácil tratamiento y manejo. En el proyecto de diseño de sedimentadores, es preciso prestar atención tanto a la obtención de un efluente clarificado como a la producción de un lodo concentrado.

Se disponen de unidades provistas con placas que permiten que trabajen con tasas de trabajo de $232.35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$. Esta conformada por tolvas longitudinales con un canal que permite la entrada del agua floculada y recolección del agua clarificada. Cada decantador cuenta con desagües accionados por válvulas tipo mariposa de operación manual y remota.

2.5 Filtración

Para el presente proyecto se propone el uso de baterías de filtros de tasa declinante y lavado mutuo ya que se consideran como tecnología apropiada debido a que reúnen las siguientes ventajas sobre otros sistemas de filtración:

No requieren una carga hidráulica muy grande para operar. Los filtros de tasa constante operan con una carga hidráulica de 1,80 a 2 metros para completar una carrera de operación de 40 a 50 horas en promedio. En estas mismas condiciones, normalmente una batería de filtros operando con tasa declinante

requiere una carga similar a la que necesitaría si estuviera operando con tasa constante, dividida por el número de filtros que componen la batería.

No tienen galería de tubos. El transporte del agua decantada, filtrada, el agua para el retrolavado de los filtros y el desagüe del agua de lavado se efectúan mediante canales.

No se requiere tanque elevado ni equipo de bombeo para efectuar el retrolavado de un filtro. A través del canal de interconexión y debido a un especial diseño hidráulico del sistema, el agua producida por lo menos por tres filtros retrolavado a una unidad.

La batería de filtros opera bajo el principio de vasos comunicantes. Las unidades están intercomunicadas por la entrada a través del canal de entrada y también del canal de interconexión en la salida. Por esta característica, las unidades presentan todos los mismos niveles y es posible controlar el nivel máximo de toda la batería, con un solo vertedero-aliviadero en el canal de entrada.

2.6 Desinfección

Se la realiza en la Cámara de Contacto, en el cual se aplica la solución de cloro. En su extremo, se encuentra la cámara seca, donde se localizan las bombas que mandan el agua hacia el tanque elevado.

La Planta Potabilizadora Manta dentro de sus instalaciones necesarias para su operación normal contará con las siguientes edificaciones e instalaciones:

a. Edificios

Se cuenta con un edificio de uso múltiple, en el que se localizan: oficina, laboratorio, baterías sanitarias, áreas sociales, área de dosificación de químicos y bodegas.

b. Instrumentación

La instrumentación de Panel y Campo es electrónica. Las válvulas mariposas son operadas con actuadores eléctricos y accionadas por interruptores eléctricos (relé), para indicación remota y secuencial de operación.

Adicionalmente cuenta con medidores de monitoreo continuo para determinación de turbiedad, cloro

libre residual, interruptores de nivel para los tanques de reserva y un Controlador Lógico Programable (PLC) para operación automática de filtros y purga de sedimentadores.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

3.1 DEFINICIONES GENERALES

El concepto de **Operación (O)**, se entiende a la revisión de las instalaciones de obras civiles y equipos existentes para alcanzar condiciones óptimas de funcionamiento de los diversos procesos unitarios de tratamiento de la PTAP-Manta. Igualmente comprende el conjunto de acciones y actividades que se efectuarán con determinada oportunidad y frecuencia para poner en funcionamiento las unidades y equipos y detectar posibles fallas y daños que tiendan a la ejecución de trabajos de reparación de los mismos.

El **Mantenimiento (M)**, es una parte necesaria en la operación de la PTAP-Manta y se la debe entender como: los procedimientos y conjunto de acciones que se ejecutan en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para mantenerlos en adecuado estado de funcionamiento y de conservación.

Existen dos clases de mantenimiento; preventivo y correctivo. El mantenimiento preventivo se realiza antes que existe algún tipo de deterioro, el mantenimiento correctivo o la reparación es necesaria cuando el problema ya existe.

El mantenimiento de los diversos equipos instalados en la Planta se deberá ajustar a las recomendaciones e indicaciones dadas por los fabricantes señalados en los respectivos manuales de instalación, operación y mantenimiento de los fabricantes de cada uno de los equipos instalados que corresponden al mantenimiento preventivo, ya que en esta fase no se puede cuantificar los daños que podrían eventualmente tener los equipos y accesorios.

Previo al funcionamiento de la Planta, es necesario que el personal seleccionado por la EPAM para operar la Planta, tenga la debida capacitación y entrenamiento en el funcionamiento hidráulico de los Procesos Unitarios, puesta en marcha, operación y mantenimiento preventivo de los equipos e instrumentación.

Para llevar a cabo las labores de O&M es necesario definir las responsabilidades y actividades mínimas a ser llevadas tanto por el jefe de Planta y operadores, las cuales serán:

Jefe de Planta:

Además de operar y de mantener la PTAP-Manta de la manera más eficiente, es responsable de:

- Supervisión, funcionamiento, selección de procesos y control de calidad de la PTAP-MANTA para que esta produzca un efluente que cumpla con las normas de calidad del GAD Manta.
- Responsable del personal para lo cual preparará los organigramas del personal y funciones de la Planta (operadores y auxiliares) y su capacitación.
- Control de costos de producción.
- Definir el plan de monitoreo de calidad de las aguas y preparar las medidas de prevención para evitar posibles afectaciones a la calidad del agua cruda que incidirían negativamente en los procesos de tratamiento.

Jefe de Mantenimiento

Encargado del mantenimiento de todos los equipos instalados en la PTAP-MANTA siendo su responsabilidad de:

- Preparación del programa general y del cronograma mensual de mantenimiento preventivo de los equipos
- Mantenimiento correctivo de los equipos
- Responsable del buen funcionamiento y conservación de los equipos
- Realizar los pedidos de combustibles, lubricantes y, demás accesorios
- Mantener un stock de repuestos adecuados y mantener los equipos en óptimas condiciones para su funcionamiento
- Estimar y justificar los requerimientos de presupuesto para suministro de equipos.

Operadores:

Los operadores deben operar y mantener correctamente la Planta en general, así como los equipos instalados en la misma e informar al jefe de Planta de problemas existentes y además organizar y coordinar con las actividades de administración, operación y mantenimiento y preparar informes de existencia de químicos y trabajos efectuados de operación y mantenimiento.

Entre las tareas típicas a ser realizadas por los operadores se tienen:

1. Familiarizarse con los planos de la PTAP-MANTA
2. Limpiar y desinfectar los tanques, canales, tuberías
3. Operar y mantener las condiciones hidráulicas de operación de los procesos unitarios de tratamiento
4. Operar y monitorear en manera automática la purga de los sedimentadores y operaciones de los filtros mediante la modalidad: a) Remota desde el pupitre de control; b) local automático desde los tableros de filtros y, c) local manual
5. Toma de muestras de agua de los diversos procesos para determinar la eficiencia de tratabilidad
6. Realizar pruebas de eficiencia de los equipos instalados.
7. Operar y mantener compuertas, valvulería, equipos de cloración, dosificación de químicos, bombas.
8. Observar los motores de bombas, generador y mezcladores para detectar sonidos y vibraciones inusuales, o excesivo calentamiento.
9. Ajustar y limpiar los sellos de compuertas, bombas y los prensaestopas y también limpiar los sellos mecánicos.
10. Reparación de bombas, motores, cloradores y válvulas de control.
11. Detectar pequeños problemas eléctricos y mecánicos en los equipos y corregirlos.
12. Dosificar y controlar los químicos (sulfato de aluminio, cal, polímeros, cloro).
13. Cargar y descargar cuidadosamente los cilindros de cloro y químicos.
14. Conducir pruebas de tratabilidad de las aguas (prueba de jarras) y de calidad física, química y bacteriológica de las aguas a nivel de agua cruda y en cada uno de los procesos unitarios de tratamiento
15. Llevar registros y preparar informes.
16. Colocar barreras, letreros, alrededor de los lugares de trabajo para proteger al personal de

trabajo y visitantes.

Debido a la configuración y equipos instalados en la PTAP-MANTA, esta podrá funcionar con: dos operadores por turno, para cumplir con las actividades enunciadas de operación de los procesos de tratamiento. Estos deben contar con el título de bachilleres debiéndose dar prioridad a bachilleres técnicos en mecánica y electricidad.

Para el laboratorio de calidad de las aguas se debe contar con un técnico cuyo requisito mínimo sería el de acreditar el título de tecnólogo en química y/o químico biólogo.

El PLC deberá ser operado por un tecnólogo en informática y/o electrónica.

Labores de mantenimiento de limpieza de tanques, desinfección, pintura, jardinería, podrán realizarse con cuadrillas especializadas y bajo la modalidad de contrato por obra.

Area de Control de Calidad

El laboratorio de control de calidad deberá estar a cargo de un Químico y/o Biólogo cuyas funciones serán las de:

- Realizar análisis rutinarios para determinación de la calidad (física, química y bacteriológica) del agua que ingresa al reservorio de agua cruda, procesos unitarios y, agua tratada.
- Ejecutar pruebas de tratabilidad (Jarras)
- Elaborar reportes diarios de los análisis y pruebas realizadas.
- Elaborar informes mensuales sobre el comportamiento de la calidad del agua cruda y tratada, procesos y utilización de químicos.

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO

Previo a la operación asistida, las estructuras y tanques deben ser sometidos a una limpieza y desinfección de las paredes de los diversos procesos de tratamiento y tanques de reserva, con agua que tenga una concentración de cloro de 200 mg/l.

Se comprobarán las conexiones eléctricas y observarán posibles deformaciones, filtraciones, apertura de juntas de construcción, funcionamiento de drenes y, se advertirá sobre posibles cambios en las características físico-mecánicas de los suelos por efecto de la implantación de la PTAP-MANTA.

Los alrededores de las instalaciones deberán mantenerse siempre limpias y con sus jardines bien mantenidos.

4.1 CÁMARA DE ENTRADA

En la cámara se han dispuesto los aparatos, equipos y estructuras de control de flujos como son compuertas, válvulas, medidores electromagnéticos, ésta se ha dimensionado para que cuenten con él suficiente espacio para que por lo menos una persona pueda realizar las labores de O & M de los equipos instalados.

Los equipos instalados en estas estructuras son:

Válvula tipo Mariposa con multiplicador y volante

Previo a la operación, se deberá verificar que la válvula esté acoplada perfectamente conforme a los planos de instalación y las recomendaciones dadas por los fabricantes. Todos los equipos deben ser inspeccionados en busca de muestra de daño.

Las válvulas deberán haber pasado las respectivas pruebas hidrostáticas y de fugas permisibles conforme a la norma AWWA C-504. Se revisará en posición abierta que sus asientos estén limpios y lubricados con grasa de silicona, no se aceptará rayaduras de las superficies de los asientos. Se asegurará que la línea o tubería este limpia de material extraño especialmente de mortero. Se debe proceder a la extracción del aire atrapado en las tuberías conforme a la norma AWWA C600.

Operación normal

- Verificar el buen funcionamiento y estado de todos los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos (manubrios), buen estado de los empaques.

- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra.

Mantenimiento

- Cada seis meses se lubricarán los bujes torre, engranajes y otros componentes propios de las válvulas.
- La válvula al no ser operada frecuentemente y que deben permanecer abiertas y/o cerradas por largos períodos deberá ser trabajada por lo menos cada mes parcialmente.
- Cada año se procederá a revisar y comprobar que los empaques de la válvula estén bien colocados para el torque dado por el fabricante. Se procederá a realizar reparaciones cuando existan fugas en los empaques o los asientos estén golpeados
- El mantenimiento de los medidores electromagnéticos deberá proporcionarse por personal especializado del fabricante o su representante y se lo realizará cada seis meses.

4.2 ESTRUCTURA DE ENTRADA AL FLOCULADOR

Es parte de esta estructura de entrada y repartición, la estructura de hormigón que permite subdividir el flujo en cuatro partes iguales hacia las unidades de floculación (dos por módulo). Este cajón se inicia con una ampliación paulatina en la profundidad con la finalidad de disminuir la velocidad de entrada y entrada a los vertederos de repartición a los diferentes floculadores. Normal al flujo se tiene los canales de filtración directa.

Operación normal

- En operación normal las compuertas deberán estar completamente abiertas
- Para cuando se requiera hacer funcionar el canal de filtración directa se abrirán sus compuertas y,

cerrarán las de acceso a los floculadores

- En la curva de acceso al floculador se revisará que se esté dosificando el polímero si se está utilizando el sulfato de aluminio.
- Se debe observar, controlar y verificar que los químicos, se están aplicando en los puntos de mayor turbulencia (calado contraído) y que los orificios de los difusores no se hayan obstruido para que la mezcla sea uniforme.
- Se comprobará las condiciones hidráulicas del paso de filtración directa.
- Parte de la operación es el de determinar dosis óptima de coagulante y coadyuvante de coagulación (polímero) o, del PAC, por lo que se harán pruebas de tratabilidad (jarras), para determinar dosis óptima, gradientes de velocidad más tiempo de floculación, prueba de sedimentación y filtración directa.
- Controlar de que las superficies de las compuertas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de todos los mecanismos de cierre, accesorios
- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra.

Mantenimiento

- Controlar de que las superficies de las compuertas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de todos los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos (manubrios), buen estado de los empaques.
- Cada año se procederá a revisar y comprobar que los empaques de las compuertas estén bien colocados para el torque dado por el fabricante. Se procederá a realizar reparaciones cuando existan

fugas en los empaques o los asientos estén golpeados.

4.3 MEZCLA LENTA - FLOCULADOR

El objetivo del Floculador es proporcionar a la masa de agua de agua coagulada una agitación lenta aplicando velocidades decrecientes, para promover el crecimiento de los flóculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flóculos salga de la unidad. La energía que produce la agitación del agua puede ser de origen hidráulico o mecánico. En el caso del presente proyecto se han contemplado el uso de floculadores hidráulicos de flujo vertical.

Operación normal

- Se observará y comprobará las siguientes características geométricas y de funcionamiento hidráulico en las tres zonas de los floculadores:

La Primera Zona de floculación contará con una hilada de pantallas de un ancho de 1,20m y un espaciamiento de 0,45m, con un total de 18 pantallas, 9 orificios inferiores y 9 vertederos superiores, los cuales tendrán una sección de paso de 0,688m.

La Segunda Zona de floculación contará con una hilada de pantallas de un ancho de 1,50m y un espaciamiento de 0,45m, con un total de 18 pantallas, 9 orificios inferiores y 9 vertederos superiores, los cuales tendrán una sección de paso de 0,688m.

La Tercera Zona de floculación contará con una hilada de pantallas de un ancho de 2,00m y un espaciamiento de 0,45m, con un total de 18 pantallas, 9 orificios inferiores y 9 vertederos superiores, los cuales tendrán una sección de paso de 0,688m.

- Constatar en que parte de la unidad se está empezando a formar el flóculo. Este se empezará a formar a la entrada de la segunda zona de floculación.
- En las tres zonas de floculación tomar muestras en vasos de vidrio para observar la formación de micro flóculos e informar en que zona y/o canal se encontraron los flóculos.

- Constar que no se produzca sedimentación de los flóculos formados, especialmente en los últimos tramos del floculador
- Para la limpieza de los floculadotes, estas se realizarán en conjunto con los sedimentadotes.
- Controlar de que las superficies de las clapetas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su posición.

4.4 SEDIMENTADOR

Se tiene tanques de sedimentación acelerada con placas lo que le permitirá incrementar la tasa de trabajo de diseño estimada en $232.35 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{xd}$ y, mejorar la calidad de las aguas sedimentadas puesto que se incrementa la superficie utilizable del sedimentador, se crean condiciones de flujo laminar ideal para la sedimentación y así reduce la distancia de sedimentación de las partículas floculadas. El ángulo de 60 grados de las placas, proporciona un drenaje por gravedad de los lodos sedimentables, en contracorriente al flujo a través de las placas.

Los sedimentadores cuentan con una doble cámara la una para repartir el agua floculada al sedimentador y la otra localizada por encima de la anterior para recolectar el agua sedimentada. El fondo tiene dos tolvas longitudinales con la finalidad de recolectar los lodos retenidos en las placas para su posterior evacuación.

La repartición del caudal se lo hace mediante neplios de PVC que reparten uniformemente el flujo, en tanto que la recolección de agua sedimentada se lo hace con flautas niveladas con sus orificios ubicados, en la clave de los tubos transversales los mismos que descargan al canal general recolector.

La evacuación hidráulica de lodos, se lo hará mediante el ducto con orificios de succión tipo manifold de tal manera que la succión sea lo más uniformemente repartida en su longitud.

En caso de que un sub módulo de sedimentación deba salir de funcionamiento, se deberá asegurar la evacuación de por lo menos el 70 % de los flóculos acumulados en el fondo antes de ponerlo en servicio ya que, al ingresar el agua al módulo, levantaría el lodo acumulado provocando que las placas floten y se

desacomoden.

Entre los equipos instalados y detallados en los planos para su operación se tiene:

Válvulas tipo Mariposa con actuador

Para Floculadores

La operación de los desagües se los podrá realizar en remoto mediante el PLC que permite que solamente una válvula pueda ser operada a la vez por lo que dentro del catálogo de instrumentación se puede ver la secuencia de operación de cada una de las válvulas. El PLC contiene los siguientes elementos:

- Fuente de poder
- Unidad Central de Proceso
- Memoria RAM y EPROM
- Tarjetas de entrada y salida
- Bastidor con cables de fuerza y control
- Programador con indicador

Operación normal

- Se comprobarán que los sedimentadores trabajen con velocidad de entrada entre 0.10 m/s y 0.12 m/s lo que permitirá tener una eficiencia de alrededor el 90%. Para determinar las características enunciadas será necesario determinar la velocidad de sedimentación de partículas floculadas y con estas se podrá contar con las tasas efectivas de trabajo. Se debe anotar que para lograr la eficiencia enunciada se deben tener condiciones óptimas de mezcla y floculación.
- Se debe observar que la operación de los sedimentadores no sobrepase la tasa de diseño.
- Evitar la formación de corrientes de densidad y disturbios al paso uniforme y lineal del agua a lo largo de todo el sedimentador
- La operación de limpieza se lo hará cerrando la válvula de entrada de agua sedimentada a los filtros y, abriendo la válvula de fondo para vaciar la unidad. Se removerán los lodos con chorros de agua y

palas. Esta operación se lo hará mediante el PLC, permitiendo que sólo una válvula pueda ser operada a la vez. Adicionalmente estas podrán ser accionadas manualmente. En automático se comprobará los pulsadores y la operación irá de la primera a la última.

- La operación de las válvulas se hace a través del panel que incluye la determinación de la secuencia de operación de las 4 válvulas de los sedimentadores mediante el PLC conforme lo indica el respectivo manual.
- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra. Antes de someter a una prueba de presión de los actuadores.
- Se determinará la concentración de lodos que se acumularán en la tolva longitudinal con paredes inclinadas, deflector, flauta de succión longitudinal, conformada por prefabricados.
- La recolección de agua sedimentada mediante los tubos perforados en su clave y transversalmente al sedimentador se controlará que estén nivelados.

Mantenimiento

- Controlar de que las superficies de las válvulas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de los actuadores y de los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos y buen estado de los empaques.
- Comprobar y revisar de que no existan fugas de agua a través de las válvulas.
- Los cambios de partes o equipos se los hará previa consulta de los fabricantes de equipos o a su representante.

4.5 FILTRACION

Los (8) filtros, son de rata declinante escalonada y lavado mutuo, descargan al mismo tanque de aguas

claras por lo que el lavado de una unidad contribuirá los cinco restantes. Son de lecho doble (antracita y arena) que permiten una Rata promedio de filtración de 280 m³/m²xd.

La arena y antracita cumplen con las siguientes especificaciones:

| | ARENA | ANTRACITA |
|---------------------|--------------|------------------|
| Gravedad específica | 2.56 | 1.55 |
| Tamaño esp. (mm) | 0.40 a 0.50 | 0.80 a 1.20 |
| Coef. unif. | 1.55 | 1.46 |
| Espesor (m) | 0.25 | 0.40 |
| Solubilidad al HOCl | 3.26 % | 2.00 % |

Las capas de antracita y arena están dispuestas sobre una capa de grava de 0.45 m de espesor suficiente para soportar el lecho de arena durante la operación de filtración y evitar que ésta se escapa a través de los drenes. La grava está dispuesta en capas de diferente granulometría como se indica a continuación:

| Espesor (cm) | Pasa Tamiz | Retiene en Tamiz |
|---------------------|-------------------|-------------------------|
| 10 | 2” | 1 ½” |
| 10 | 1 ½” | ¾” |
| 10 | ¾” | 3/8 “ |
| 10 | 3/8” | No.4 |
| 05 | No.4 | No. 8 (arena torpedo) |

El falso fondo de cada filtro esta constituido por viguetas en V prefabricadas de hormigón armado, con 32 neplios construidos en cada una de las viguetas.

El agua de lavado proviene del tanque común de agua filtrada que se reparte al plénun bajo el falso fondo de viguetas en V por medio de un canal cerrado con orificios laterales ubicado bajo el canal de agua de lavado, el cual funciona como un manifold, cuyas dimensiones coinciden con el ancho del canal central de lavado.

El lavado mutuo se basa en el hecho de que se deja la salida del efluente a un nivel mayor que el de la

canaleta de lavado, mediante la regulación de la válvula de drenaje VF3 de diámetro 300 mm provistas de actuadores neumáticos procediendo a bajar el nivel del filtro, estableciéndose una carga hidráulica que invierte el sentido de flujo en el lecho del filtro y empezando el lavado.

El lavado se realiza cuando se logra la máxima pérdida de carga permisible del filtro para lo cual se procederá abrir la válvula VF2

El efluente de los filtros se descarga al tanque de aguas claras común para lavado mutuo. El nivel de este tanque esta controlado por un vertedero dividido de 1.20 m de longitud y constituido por pantallas removibles para flexibilidad para la puesta en marcha.

Se ha construido un canal de interconexión (cámara de válvulas) que es un canal común, el cual se alimenta de los sedimentadores y va conectado a cada filtro por tramos de tubería controlados por una válvula Mariposa accionadas por actuadores eléctricos.

El desagüe principal de la caja del filtro se hace a través de un tramo corto de tubería de 250 mm, controlado por una válvula de mariposa tipo Mariposa con eléctrico, descarga al canal de desagüe ubicado en la cámara entre filtros y sedimentadores. La apertura total se alcanzará en un tiempo muy corto, por lo que puede asumirse que el nivel prácticamente no descenderá hasta obtener apertura máxima. Este desagüe se utiliza también para efectuar el lavado del filtro, por lo que el máximo caudal ocurrirá cuando la válvula esté completamente abierta, y el nivel del agua en el filtro haya alcanzado la máxima altura. Adicionalmente, cada filtro dispone de un desagüe secundario (100 mm), ubicado al lecho filtrante fondo del plenum que permite vaciar el filtro en caso de reparaciones a nivel del falso fondo.

Los filtros podrán ser operados en manual y/o en remoto mediante el PLC instalado en la Planta.

Previo al funcionamiento de los filtros, se deben cerrar las válvulas de salida y drenaje para evitar la fuga de agua y comprobar la velocidad de filtración de la unidad, abrir lentamente la válvula de agua del lavado hasta que el agua aparezca 0.50 m por encima del lecho filtrante, para desalojar el aire encerrado dentro de la arena y suavizar la caída del agua al continuar el llenado por arriba, cerrar la válvula de agua del lavado al alcanzarse el nivel deseado, abrir lentamente la válvula de ingreso de agua sedimentada, para evitar que el chorro de agua desnivele la superficie del lecho filtrante.

Una vez que el agua ha llegado al nivel de operación normal, abrir la válvula de desagüe para eliminar el filtrado inicial durante un tiempo establecido mediante ensayos (por lo general de 5 a 10 minutos). Se procederá a cerrar la válvula de drenaje, abrir la válvula de salida de agua filtrada, comprobar que todos los controles estén en posición correcta, tomar muestras de agua filtrada cada hora para controlar la turbiedad y/o el color y controlar cada hora la pérdida de carga y anotar en el registro de operación del filtro conjuntamente con la turbiedad y/o color.

La parada se hará cuando el agua filtrada presente un contenido excesivo de turbiedad, color, o cuando se haya alcanzado la máxima pérdida de carga permitida por la instalación. Se pondrá fuera de servicio la unidad para proceder al retrolavado procediéndose a cerrar lentamente la válvula de ingreso del agua sedimentada y de la válvula de salida del agua filtrada, cuando el nivel descienda hasta unos 20 cm por encima del hecho filtrante.

Los operadores deben tener el suficiente entrenamiento para la operación automática mediante el PLC. Se definirá las acciones de secuencia y tiempos de operación con la inclusión de un monitor de turbiedad de agua de lavado, instalado en el canal de recolección común con una pequeña bomba de alimentación, y la secuencia de operación de los filtros.

Operación normal

- Se comprobará las características granulométricas del manto filtrante y de estratificación conforme a los planos de diseño.
- Se comprobará que el nivel del fondo del canal al inicio del mismo deberá estar a 1.60 m sobre el fondo del filtro, el calado del agua al inicio del canal será de 0.416 m. Las alturas de agua en el canal se regulan por la válvula de salida de Diámetro 300 mm provista de actuador eléctrico.
- Durante la operación de lavado mutuo de uno de los filtros, se determinarán que las velocidades de fluidificación estén alrededor de $V_{mf} (5) = 1.0$ a $1.2 V_{mf} (c)$ que satisface para los diámetros más gruesos (d_{90}).
- Se determinarán y registrarán las condiciones hidráulicas de los filtros como es: caudal total tratado,

caudal por filtro, características del medio filtrante e hidráulica a través de los mismos.

- Previo al lavado mutuo de uno de los filtros, se procederá a rociar con agua para azolver los flóculos retenidos en la capa superficial del manto de antracita, se procederá a un vaciado controlado del filtro accionando la válvula hasta dejarlo con una capa de agua de 0.20 m y proceder al lavado mediante la apertura de la válvula VF3.
- Se debe evaluar en forma periódica la eficiencia del falso fondo mediante la estimación del caudal de lavado el cual según los diseños deberá ser de alrededor 0.060 m³/s
- Se comprobará que el Manifold de repartición de agua de lavado proveniente del tanque común de agua filtrada a través del falso fondo y, recolección de agua filtrada cumpla con su función. Durante el lavado con el agua que llega al manifold desde el tanque común a través de la caja de interconexión (1.40 x 1.30 m) deberá comprobarse las pérdidas de carga de la arena y la antracita estimadas en:

| | |
|-----------|-------------|
| Arena | h = 0.292 m |
| Antracita | h = 0.129 m |
| Grava | h = 0.083 m |

- Se debe determinar y controlar la expansión de la arena durante el retrolavado (normalmente 15% a 30%) y la carga sobre los bordes del canal central (vertederos).
- Se determinará y registrarán los caudales de lavado del filtro y el comportamiento de los otros cinco filtros que no se lavan.
- Se medirá rutinariamente la diferencia entre el caudal producido y el utilizado en el lavado que pasará sobre el vertedero de control y determinar la curva de descarga del vertedero.
- Se comprobará la eficiencia del vertedero de control con los efluentes de los filtros que se descargan al tanque de aguas claras, común para lavado mutuo. El nivel de este canal esta controlado por el vertedero de 1.20 m de longitud y constituido por pantallas removibles para flexibilidad para la operación.

- Durante el lavado, se debe evitar la introducción de aire ya que puede remover la grava y mezclarlo con la arena.
- Se controlará que la operación manual y de los paneles de control cuenten con todos sus dispositivos para controlar todas las válvulas y señales de los interruptores.
- Se determina la eficiencia de filtración asegurándose que la capacidad de filtración no exceda la de diseño, el uso de controladores de flujo localizados a la salida de los filtros permite mantener una capacidad de filtración constante cualquiera que sea el tiempo transcurrido en el lavado de las unidades.
- Se deberá observar que no se formen bolas de lodo y/o crecimiento de algas.
- Se debe prever la necesidad de lavar los filtros tomando en cuenta: pérdidas de carga, turbidez en el efluente, aire atrapado en el medio filtrante especialmente en días fríos. Se debe establecer que el lavado frecuente de los filtros puede ser el resultado de una pobre coagulación, de arenas muy finas en el lecho filtrante o de masas de arena encementadas con lodo u otros materiales. Largos períodos de filtración sin necesidad de lavado, pueden ser el resultado de arena gruesa lo que puede producir una apreciable turbidez y puede permitir el rompimiento y penetración de flóculos dentro de la arena.
- Se definirán trabajos defectuosos de los filtros no atribuibles a la operación misma del filtro, sino, al tratamiento previo inadecuado del agua cruda.
- Se debe notar efectos de agrietamiento que incluyen la filtración desigual el área de la capa filtrante, períodos de filtración mas cortos, mayor frecuencia de lavados y purificación inadecuada de agua filtrada debido a que las impurezas penetran bastante en la arena, hasta llegar algunas veces a la grava, dificultándose así el lavado de los filtros y su grado de eficiencia.
- La operación de los filtros debe obtener y registrar datos como:

Calidad del agua filtrada diariamente

Horas de servicio de cada filtro entre lavados.

Porcentaje de agua utilizada para el lavado de cada filtro

Cantidades y proporciones de sustancia químicas para diversos propósitos

Alcalinidad, turbidez, color, temperatura y sólidos del agua filtrada

Número de bacterias en el agua cruda, sedimentada, filtrada y clorada

Control de cloro libre residual

- Cuando el agua filtrada presente una concentración de turbiedad y/o color mayor a 5 NTU, se le pondrá fuera de servicio y se procederá a lavar la unidad respectiva.
- Se comprobarán cada día, las características del PLC, entradas y salidas, relays de interposición para operación de las válvulas solenoides, fuente de poder, Unidad Central de proceso, memoria RAM y EPROM, bastidor, cables de fuerza y de control programador portátil con indicador
- Durante la operación de lavado superficial, se comprobará que el tanque de agua del lavado esté completamente lleno antes de iniciar la operación, anotar en la planilla de control la hora en que se inicia la operación, abrir la válvula de desagüe del filtro, abrir el paso de agua filtrada al sistema de lavado superficial, abrir totalmente la válvula de lavado superficial para que el agua llegue con fuerza, dejar el lavado superficial funcionando durante un minuto.

El canal de filtración directa cuando se ponga en operación, deberá controlarse que las velocidades en el mismo sean menores a 1.0 m/s. Este canal vierte las aguas al canal común de sedimentación y estructuras de repartición.

Mantenimiento

- Controlar de que las superficies de las válvulas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de los actuadores y de los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos y buen estado de los empaques.
- Comprobar y revisar de que no existan fugas de agua a través de las válvulas.

4.6 CAMARA DE CONTACTO

La cámara de contacto para la desinfección de las aguas tiene un tiempo de residencia de 10 min. para que reaccione el cloro. El punto de aplicación del cloro se ubica en el paso del vertedero de control del nivel de filtración, en cuyo fondo se ha instalado una flauta transversal. Este es de pared delgada y tiene la finalidad de mantener un nivel y volumen constante en el tanque, así como para medir el caudal de salida de la planta. En esta área se encuentran emplazadas la cámara de bombeo

Los equipos instalados son:

Eyector de cloro

Compuerta y volante 300 mm

Bomba centrífuga de impulsión 5 HP

Las bombas deberán estar instaladas conforme a las recomendaciones del fabricante, alineadas con las tuberías de succión y descarga, lubricadas. Se debe comprobar que el eje y elementos rotatorios estén libre de elementos extraños.

Operación normal

- Se verificará que el vertedero de salida mantenga un nivel y volumen constante en la cámara de contacto para medir el caudal de salida.
- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra. Antes de someter a una prueba de presión de los actuadores.
- Se comprobarán las características de la transmisión de datos al tablero de control principal de turbiedad y cloro libre residual.
- Se verificará las condiciones generales de funcionamiento de las bombas, especialmente su alineamiento y verificará que no exista goteos y vibraciones
- Se reportarán las presiones de descarga

Mantenimiento

- Controlar de que las superficies de las compuertas estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de los actuadores y de los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos y buen estado de los empaques.
- Limpieza periódica de los solenoides por lo menos cada seis meses y/o dependiendo de las condiciones del medio o del servicio que estos tengan para determinar desgastes de los mismos.
- Comprobar y revisar de que no existan fugas de agua a través de las bombas.
- Comprobación y funcionamiento de los diversos componentes de la transmisión de datos al tablero de control principal
- Las bombas deberán hacer chequeos de temperatura de los impellers, cojinetes al menos cada mes y cada tres meses deberán cambiar de lubricantes.
- Cada año se revisarán cojinetes y diafragmas, se realizará una limpieza general de todas sus partes y se inspeccionarán los elementos de fricción con el eje, y del eje en la columna y en la bomba.
- Se realizarán los cambios de las partes defectuosas.
- Se chequeará las condiciones técnicas de trabajo de los equipos con relación al caudal de deliberación a los tanques elevados y su carga neta.

4.7 ECUALIZADOR DE LODOS

Los lodos provenientes de los diversos procesos de tratamiento, vierten sus aguas a un tanque ecualizador cuya finalidad es la de controlar la descarga de lodos hacia el sistema de alcantarillado.

La cámara de válvulas y el ecualizador han considerado las necesidades básicas requeridas en cuanto se refiere a operación y funcionamiento hidráulico y cuenta con una compuerta

Operación normal

- En operación normal la compuerta del equalizador de lodos deberá permitir un caudal hacia el alcantarillado de la vía no mayor a 2.5 l/s.
- Para la limpieza del equalizador la compuerta deberá estar completamente abierta.

Mantenimiento

- Controlar de que las superficies de la compuerta estén libres de todo tipo de material extraño a las mismas y controlar su estanqueidad.
- Verificar el buen funcionamiento y estado de todos los mecanismos de cierre, accesorios mecánicos (manubrio), buen estado de los empaques.
- Comprobar y revisar de que no existan aberturas entre los rieles de la compuerta.
- Cada año y/o cuando sea necesario, se deberá drenar el tanque, para su limpieza manual, lavado del fondo y lavado de paredes interiores con solución de cloro. Una inadecuada desinfección puede ocasionar la degradación de la calidad del agua.
- Limpieza periódica de los solenoides por lo menos cada seis meses y/o dependiendo de las condiciones del medio o del servicio que estos tengan para determinar desgastes de los mismos.

5. DOSIFICACION DE REACTIVOS

Los químicos utilizados en los procesos de tratamiento son:

- Sulfato de Aluminio en forma acuosa y/o granular como coagulante primario
- Polielectrolito débilmente aniónico como coadyuvante de floculación

- Policloruro de aluminio PAC
- Cloro gas como agente oxidante para desinfección.

5.1 SULFATO DE ALUMINIO (COAGULANTE) y PAC

Se utilizará Sulfato de Aluminio tipo A como coagulante ó PAC para remoción de color y turbiedad y podrá suministrarse en solución y/o granulado. El Sulfato de Aluminio granulado tipo A y, el PAC tienen concentraciones de alúmina del 16 %.

El sistema de alimentación comprende 2 Tanques de solución de 8 m³ c/u. En la parte inferior se localiza el dosificador compuesto de un tanque de carga constante provisto de flotador y estructura de repartición a cada uno de los módulos mediante estructuras en V.

Dentro del equipamiento para la preparación del sulfato se tienen:

| | |
|--------------|----------|
| Dosificador | Edificio |
| Dosificador | Edificio |
| Agitador 2HP | Edificio |
| Agitador 2HP | Edificio |

Previo al funcionamiento de los tanques de mezcla se deberá comprobar que agitadores, bombas de impulsión se encuentren montados correctamente y de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.

Adicionalmente en la sala de dosificación se ha instalado una plataforma elevadora de dos paradas con capacidad de una tonelada para subir los químicos (sulfato granulado, cal) hacia los tanques de solución. Se deberá verificar el correcto montaje de la plataforma conforme a los planos de montaje del fabricante.

Operación normal

- Se controlará la preparación de la solución la cual se lo hará por vaciado directo en los tanques de almacenamiento, donde se controlará la alimentación de agua proveniente del tanque elevado.
- Comprobar y dosificar el caudal de solución en 2 l/s. La regulación es manual y guarda relación

directa con la concentración de coagulante a dosificarse.

- Controlar las tasas estimadas en los diseños de 30mg/l de sulfato o 25 mg/l de PAC dependiendo de la tratabilidad de las aguas a ser conducidas en laboratorio. La regulación de las dosis de coagulante se lo hará manualmente.
- El almacenamiento de los sacos de sulfato se los arrumará en resmas de 10 unidades en un espacio mínimo de 30 m² para movilización; adicionalmente.
- El Laboratorio debe controlar la dosificación de la solución de sulfato de aluminio para lo que se comprobará que los sistemas de regulación de caudal para la solución garanticen un caudal constante todo el tiempo.
- Se controlará el tanque de carga constante en el que ha instalado un flotador que regula la carga interna y el sistema de vaciado variable asociada directamente al área del orificio o al nivel de salida.
- Se verificará el buen funcionamiento de los agitadores eléctricos especialmente cuando se prepare la solución de sulfato de aluminio granulado. Su utilidad es múltiple ya que permite preparar la solución al inicio de la operación (durante el llenado) y durante la operación mantendrá la suspensión homogénea para lo cual se ha colocado un temporizador para el encendido, de tal manera que el operador pueda encender el equipo varias veces mientras se alimenta el tanque.
- Se comprobará el buen funcionamiento de las bombas, tuberías de deliberación y accesorios.
- Poner la bomba en servicio y ajustar la descarga. Si se observan derrames en el collarín, hay que apretarlos. Si ocurre una elevación de temperatura de la empaquetadura puede que sea necesario aflojar el collarín.
- No se deberá operar la bomba con diluciones mayores que las recomendadas ya que podría causar serios daños en el mecanismo de propulsión.
- Limpieza, lubricación y comprobación de que el tornillo micrométrico para medir la dosificación este

dando las medidas correctas.

- Se controlará el punto de aplicación en el calado contraído del resalto hidráulico

Mantenimiento

- Cada seis meses control y lubricación del motor eléctrico, cambio de aceites en la caja de engranajes y aplicación de grasa.
- La empaquetadura del pistón debe ser lubricada con un líquido compatible con el sulfato de aluminio.
- Control de alineación de las hélices y reajuste de pernos.
- Montaje, realineamiento y pruebas completas.

5.2 POLIELECTROLITOS

De las tratabilidades se recomienda el uso de polielectrolito ligeramente aniónico el cual actúa como coadyuvante de coagulación para obtener una mayor remoción de color dentro de la línea de tratamiento con una concentración de 0.3 mg/l.

El polímero será diluido con una relación 1 g/l o 1 Kg/m³ para no tener inconvenientes de viscosidad durante la preparación ni en la conducción al punto de aplicación por lo que se han construido dos tanques con capacidad de 750 l/s. en el cual se preparará una disolución madre de esta substancia química, una vez que esté disuelta, será trasegada al punto de inyección con agua en donde para disminuir su viscosidad y llevarla al punto de inyección. Cada tanque dispone de un mezclador eléctrico con reductor de velocidad de tal manera que durante la preparación exista una buena mezcla hidráulica con la menor velocidad en la hélice.

Los equipos instalados son:

Bomba desplazamiento positivo 3/4 HP

Edificio

Agitador de eje vertical 2 HP

Edificio

Previo a la preparación y dosificación de polímero, se deberán comprobar que las bombas de desplazamiento positivo estén instaladas y trabajando conforme a las directrices dadas por el fabricante.

Además de los

requerimientos dados para las bombas centrífugas se debe notar si se ha suministrado el aceite para el prendido. La tubería de succión debe estar sellada y libre de filtraciones. El tanque de solución deberá comprobarse que tiene el sensor de nivel mínimo para parar el motor y evitar aire en la tubería de succión.

Operación

- Verificación y reporte de los niveles de aceite de los baleros, voltaje, amperaje y potencia de los motores eléctricos
- Reporte de condiciones de estabilidad y/o vibraciones en el funcionamiento del equipo y, condiciones generales de trabajo Control de válvulas de entrada, salida, check y reparaciones si fuera necesario
- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra.
- Chequeo de las condiciones técnicas de trabajo del equipo en relación con su diseño y características
- Preparar la solución y dosificar conforme a los resultados de las pruebas de tratabilidad. La dosis óptima recomendada es de 0.30 mg/l.
- Verificar que la bomba de dosificación deberá trabajar con carga positiva, tanto en la succión como en la impulsión.
- Se debe seguir las recomendaciones dadas para las bombas de sulfato de aluminio en el numeral 5.1
- Verificar que sé este aplicando posterior al coagulante en la curva del canal de repartición de las aguas hacia el floculador.

- Revisión de los doctos de alimentación y regulación del agua para la preparación de la solución y en el eyector.

Mantenimiento

- Cada 6 meses, cambio de grasa en baleros por posible exceso de grasa y control de condiciones eléctricas en general.
- Cada año, desmontaje integral de la bomba para su limpieza, cambio de los empaques del pistón y control de la válvula check. Revisión de las instalaciones eléctricas y sus acoples.
- Comprobación eléctrica de las bobinas, limpieza exterior con aire comprimido y solvente industrial y recubrimiento con barniz dieléctrico si fuere necesario.
- Montaje, realineamiento y pruebas completas.

5.3 DOSIFICACION DE CLORO

Se la realiza al final de la planta y, junto al vertedero que da inicio la cámara de contacto, consta de bombonas de 50 kg /l (4), e incluye el panel de control, báscula y las conexiones de dosificación, se podrá almacenar hasta 6 cilindros de Cl gas.

El sistema de cloración funciona con el paso del cloro gas bajo la succión creada por el eyector de salida, ubicado en el cárcamo de bombas. En este punto se inyecta el agua que proporcionará el tanque elevado previsto el cual suministra una presión de 20 m.c.a., suficiente para crear la succión en el aparato, provocando la apertura de la válvula reductora de presión ubicada entre el cilindro y el dosificador.

La tubería de alimentación de cloro gas esta equipada con switchovers (válvula con mando eléctrico), que se encarga de cerrar la válvula eléctrica del tanque vacío y procede a abrir la válvula del tanque lleno evitando interrupciones en la dosificación.

Los principales componentes del sistema de cloración son:

Báscula dúplex
Regulador de vacío
Armario de alimentación de gas con instrumentación
Switchover automático
Analizador de cloro libre residual

Previo a la operación se comprobará que el sistema de dosificación este instalado y cuente con todo el equipamiento recomendado por el fabricante y haberse probado las instalaciones eléctricas y de control.

Operación normal

- En operación normal la regulación de la dosificación de cloro se lo hará manualmente mediante el accionamiento del botón regulador del dosificador que es parte del equipo.
- Se registrarán las lecturas del consumo directamente en g/h en el rotámetro.
- Se comprobará que la válvula reguladora de vacío asegure un vacío aguas arriba o aguas abajo del rotámetro, para obtener una gran precisión en la dosificación.
- Comprobar que el hidroeyector asegure una mezcla perfecta del cloro con el agua motriz, la solución de agua clorada así obtenida es transportada a los puntos de inyección.
- Cuando se para la cloración, se verificará que la clapeta de antirretorno en el hidroeyector, impide la subida de agua en el aparato, al mismo tiempo, la válvula de escape y de suspensión se cerrarán.
- Comprobar que todos los terminales eléctricos estén apretados y con las conexiones a tierra. Antes de someter a una prueba de presión de los actuadores, en los solenoides se debe inspeccionar si la bobina se encuentra energizada y comprobar que se produzca un sonido metálico que es el indicador de funcionamiento del solenoide.
- Toma de muestras inmediatamente antes de la aplicación de cal, al final de la cámara de contacto.

- Revisar el rango de los cloradores que es de 1000 ppd, para un aparato de 20 Kg./h. El rango adoptado es de 1 a 2.5 mg/l.

Se deberá observar:

| | |
|----------------------|--|
| Dosis máxima: | 2 g/m ³ |
| Caudal máx: | 0.060 m ³ /s. |
| Consumo cloro: | 10 Kg/d. |
| Almacenamiento: | 30 días |
| Volumen a almacenar: | 310 Kg = 5 tanques de 60 KgCl/tanque (1 tanque en servicio y 4 en reserva) |

Manejo y almacenamiento

La dosificación, control de fugas, manejo y almacenamiento del cloro, esta integrado en el área de dosificación. Se dispondrá de dos filas de cilindros de acero, provistos de un casquete protector para la válvula y de una placa en la cual se indicará el número del cilindro, peso del contenido de cloro y el peso total incluyendo el cilindro. En la una fila, se encontrarán los cilindros llenos y en la otra los vacíos. Adicionalmente, se tiene una báscula de una tonelada de capacidad, para uso con dos cilindros simultáneamente y poder controlar de peso de los tanques y el consumo exacto de cloro.

La norma esencial que debe observarse al inicio de la operación del clorador a solución, es abrir la válvula del agua y luego la válvula del cloro. Al finalizar la operación, el orden contrario debe seguirse.

Se recomienda cumplir con las recomendaciones de la AWWA para el manejo del equipo de cloración como son: el que solamente personal entrenado debe manejar este equipo, evitar caída o golpes de los cilindros, nunca conectar un cilindro con otro hasta que las temperaturas y presiones en ambos sea aproximadamente las mismas, mantener las cápsulas protectoras sobre los cilindros excepto cuando éstos están de servicio, cerrar la válvula cuando el cilindro este vacío, nunca usar un cilindro para ningún otro propósito y aplicar una llama corriente o llama de soldadora al cilindro, el equipo de seguridad industrial como son las máscaras deben colocarse en lugares fácilmente accesibles fuera del cuarto de cloración, nunca se debe aplicar agua a una fuga de cloro porque entonces se hace peor la fuga.

Las siguientes medidas de emergencia deben observarse en caso de entrar en contacto con concentraciones nocivas de cloro:

- Mantener la cabeza en alto, la concentración de cloro es mayor cerca del piso y, la boca cerrada,
- Evite la respiración profunda y,
- Aléjese lo más rápido posible del cuarto de cloración.

Procedimiento para Cloro libre residual

Limpiar con agua a presión todo el sistema de distribución (tuberías, tanques, reservorios).

Iniciar la aplicación de cloro al agua filtrada en el punto de aplicación.

Simultáneamente tomar muestras de agua a la salida de la planta y en un punto central del sistema de distribución.

Determinar, utilizando preferentemente el método D.P.D., el tipo y cantidad de cloro residual presente en la muestra.

Después de una semana de aplicación y muestreos continuos, aumentar la dosis en 0.1 mg/l.

Continuar aumentando la dosis de semana en semana hasta detectar la presencia de 0.2 mg/l. de cloro residual libre en el centro del sistema de distribución.

Durante la producción de Cloro Residual Combinado se presentarán problemas de olor y sabor a cloro.

Graficar las dosis aplicadas, contra los correspondientes valores de residual de cloro encontrados durante el proceso de determinación de la dosis.

Determinar la dosis de cloro (D) para obtener un residual libre de alrededor de 2 mg/l.

Determinar la cantidad de cloro a dosificar (C) para implantar la dosis (D) obtenida:

$$C = (D \times Q) / 1000$$

D = Dosis en mg/l

Q = Caudal en m³/hora

C = Cantidad de cloro a dosificar en Kg/hora

Mantenimiento

- El arreglo que se presenta permite la instalación y remoción del inyector para mantenimientos, mientras que la línea de agua se mantiene bajo presión.
- Para facilitar la remoción del inyector en caso de mantenimiento, se cerrará la válvula tipo diafragma con anillos de cauchos instalada entre el inyector y el difusor.
- Revisión del sistema de inyección.
- Limpieza de valvulería de control, rotámetros.
- Comprobación de fugas.
- Cada año engrasar los baleros de la bomba de monitoreo y limpieza de los rotámetros.
- Hacer funcionar cada seis meses, para comprobación de su buen funcionamiento, los detectores de fuga de cloro localizados en la bodega y en la sala de dosificación, los cuales son capaces de detectar niveles menores a los 0.5 mg/l. Vigilan permanentemente la concentración de cloro en el aire, descubren las fugas y dan la alarma al personal de la instalación.
- Cada dos años desmontaje y limpieza general del sistema, cambio de partes de las líneas defectuosas, regulación y comprobación de funcionamiento, incluyendo la bomba.

5.4 OPERACIÓN DE TANQUES E INSTALACIONES, BOMBEO Y ALIMENTACIÓN

Los caudales a deliberar al tanque deben cumplir con los requerimientos de cada uno de los aparatos

dosificadores en el caso de la cloración: llenado de los tanques de solución para los químicos contemplados en los procesos de tratamiento (Sulfato de Aluminio, Polieléctrolitos. PAC) y abastecimiento interno de las diversas edificaciones.

Tanque de Agua

El llenado de los tanques de solución y dosificación, han adoptado los siguientes caudales:

| | |
|---------------------------|----------|
| Cloración: | 1.40 l/s |
| Llaves de grifo: | 0.15 l/s |
| Sulfato de aluminio / PAC | 1.40 l/s |
| Polielectrolito: | 1 l/s |

Bombeo y Alimentación interna

El sistema de bombeo que permite el abastecimiento interno y supe todas las necesidades de los diversos elementos de la planta se lo hace mediante un solo sistema de bombeo y un sistema interno de tanques de carga y regulación en una sola estructura, eliminando de esta manera problemas de mantenimiento continuo, sobrecargas por encendidos mutuos, áreas de implantación, desigualdad en períodos de funcionamiento y capacidad variable que se dará especialmente para el lavado superficial de filtros.

Las bombas centrífugas se han instalado en paralelo, lo que permite que el funcionamiento de estas pueda variar dependiendo de las necesidades de caudal en la PTAP. Cada una de ellas están provistas de una válvula check en el lado de la descarga de cada bomba, para prevenir un contraflujo cuando la bomba se apaga. La fuente de energía la constituye motores eléctricos de 5 HP de potencia, capaces de deliberar 10 l/s hacia el tanque de reserva elevados, los que eventualmente tardarían en llenarse si funciona únicamente una bomba 25 min. Su operación pueda ser en automático o remoto.

La bomba de cloración, es de menor capacidad y funcionan para caudales uniformes y regulares.

El sistema incluye las estructuras de carga, regulación y volumen para un eficiente funcionamiento del sistema de bombeo.

Previo al funcionamiento de las bombas se establecerán los tiempos de funcionamiento en función del caudal a deliberar, comprobar las estructuras de carga, regulación y volumen para un eficiente funcionamiento del sistema tomando como base los gastos para preparación de soluciones, lavado superficial de filtros, y requerimiento propios de la PTAP-MANTA .

Se verificará el acoplamiento y alineación de las tuberías, el nivel de lubricación y sellos del eje. Previo al encendido y arranque. Se deberá cebarse y comprobar la dirección de la flecha de la bomba.

Las bombas deben funcionar suavemente y sin vibración debiéndose vigilar el nivel de agua de los tanques elevados y la presión en el lado de la succión de la bomba.

El consumo de energía deberá compararse con los datos señalados en las placas indicadoras y se verificará la carga de succión máxima permisible para efectuar un control sobre la eficiencia de la bomba de tal manera que se pueda prevenir posibles desgastes interiores.

Operación

- Las bombas centrífugas en general no se pueden operar al menos que el impulsor esté sumergido en el agua; nunca intente prender una bomba centrífuga hasta que este seguro que la bomba esta adecuadamente cebada. El aire de la carcasa de la bomba puede ser sacado usando una bomba de vacío eléctrica o manual la cual hace que el agua circule por la tubería de succión y la carcasa de la bomba.
 1. Cuando se prenda una bomba centrífuga, se debe seguir el siguiente procedimiento:
 2. Revisar la lubricación,
 3. Cebbar la bomba y asegurarse de que la bomba y la tubería de succión estén libres de aire,
 4. Abrir la válvula de descarga lentamente tan pronto como la bomba empiece a funcionar,
 5. Inspeccionar los prensaestopas para ver si los sellos de agua están funcionando correctamente y,
 6. Medir el amperaje e investigar cualquier demanda anormal o los cambios en las lecturas usuales.

- Las bombas deben ser revisadas con regularidad, debe observarse y registrar la succión de la

bomba y las presiones de descarga, el flujo de salida y la demanda de energía eléctrica.

- Se debe revisar si existen sonidos excesivos o anormales, vibraciones, calor u olores. Si los prensaestopas tienen fugas excesivas, deben ser ajustadas de tal manera que la fuga sea muy pequeña. Estas pequeñas fugas ayudan a que el eje de la bomba se enfríe y a que se reduzca el desgaste prematuro de los empaques y a que no se rayen las camisas del eje. No se debe ajustar mucho para no incrementar la temperatura y/o causar daños a la bomba.
- Dentro de la operación de bombas se pueden detectar los siguientes problemas:

| Problema | Causa Posible |
|--|---|
| La bomba no suministra agua | 1-4, 6, 11, 14, 16, 17, 22, 23, 48 |
| La capacidad suministrada es insuficiente | 2-11, 14, 17, 20, 22, 23, 29-31 |
| La presión que se desarrolla es insuficiente | 5, 14, 16, 17, 20, 22, 29-31 |
| La bomba pierde la cebadura después de prenderse | 2, 3, 5-8, 11-13 |
| Las bombas necesitan demasiada energía | 15-20, 23, 24, 26, 27, 29, 33, 34, 37 |
| La caja de empaquetadura tiene fugas excesivas | 1, 24, 26, 32-36, 38-40 |
| La empaquetadura tiene una vida corta | 12, 13, 24, 26, 28, 32-40 |
| La bomba vibra o hace demasiado ruido | 2-4, 9-11, 21, 23-28, 30, 35, 36, 41-47 |
| Los cojinetes tienen una vida corta | 24, 26-28, 35, 36, 41-47 |
| La bomba se recalienta y se para | 1, 4, 21, 22, 24, 27, 28, 35, 36, 41 |

1. La bomba no ha sido cebada.
2. La bomba o la tubería de succión no está completamente llena.
3. La subida de la succión es demasiado alta.
4. El margen entre la presión de la succión y la presión del vapor es insuficiente.
5. Excesiva cantidad de aire o gas en el líquido.
6. Una cavidad de aire en la tubería de succión.
7. El aire se fuga hacia la tubería de succión.
8. El aire se fuga hacia la bomba a través de la caja de empaquetadura.
9. La válvula de pie es muy pequeña.
10. La válvula de pie está parcialmente taponada.

11. La entrada de la tubería de succión no está sumergida lo suficiente.
12. El sello de agua de la tubería está tapado.
13. La caja de los sellos está mal ubicada dentro de la caja de empaquetadura, evitando que el fluido para sellar entre al espacio para formar un sello.
14. La velocidad está muy lenta.
15. La velocidad está muy rápida.
16. La dirección de la rotación es la equivocada.
17. La altura total del sistema es más alta que la altura del diseño de la bomba.
18. La altura total del sistema es por debajo de la altura del diseño de la bomba.
19. La altura total del sistema es más baja que la altura del diseño de la bomba.
20. La viscosidad del líquido es diferente a las especificaciones.
21. La operación está a una capacidad muy baja.
22. La operación paralela de las bombas es inapropiada para dicha operación.
23. Alguna materia foránea en el propulsor.
24. Mala alineación.
25. Los cimientos no son rígidos.
26. El eje está torcido.
27. La parte que rota está rozándose con la parte estacionaria.
28. Los cojinetes están desgastados.
29. Los anillos desgastables han tenido mucho uso.
30. El propulsor está dañado.
31. La carcasa de la empaquetadura tiene defectos, permitiendo fugas internas.
32. El eje o la camisa del eje está desgastado o rayado en la empaquetadura.
33. La empaquetadura ha sido mal instalada.
34. El tipo incorrecto de empaquetadura para las condiciones de operación.
35. El eje corre descentrado porque los cojinetes están desgastados o mal alineados.
36. El rotor no está balanceado, lo cual resulta en vibración.
37. El casquillo de los prensaestopas está muy ajustado, como resultado no fluye el líquido para lubricar la empaquetadura.
38. Existe una falla para suministrar el líquido de enfriamiento hacia las cajas de empaquetadura que se enfrían con agua.
39. Excesivo espacio en el fondo del eje de la empaquetadura y de la carcasa, ocasionando que la

- empaquetadura sea forzada al interior de la bomba.
40. Suciedad o arena en el líquido sellador, ocasionando que el eje o la camisa del eje se raye.
 41. Un excesivo empuje ocasionado por una falla mecánica en la bomba o por una falla del aparato hidráulico para balanceo, si lo hay.
 42. Grasa o aceite excesivo en la envoltura de los cojinetes antifricción o la falta de enfriamiento, lo cual ocasiona excesiva temperatura en los cojinetes.
 43. Falta de lubricación.
 44. Instalación incorrecta de los cojinetes antifricción (daños durante el ensamblaje, un ensamblaje incorrecto de cojinetes apilados, el uso de cojinetes desiguales como pares).
 45. Suciedad que entra a los cojinetes.
 46. Herrumbre en los cojinetes debido al agua en la envoltura.
 47. Excesivo enfriamiento de los cojinetes enfriados con agua, lo cual ocasiona condensación en la envoltura de los cojinetes.
 48. La válvula de pie no funciona bien.

6. LABORATORIOS

Se determinará el estado de los equipos del laboratorio y el cumplimiento de las especificaciones y garantías aplicables a su funcionamiento y entrenamiento el cual deberá ser realizado por personal de las casas fabricantes de los equipos y expertos en muestreo y análisis de calidad de agua.

El laboratorio contará con el equipamiento y cristalería para poder determinar concentraciones de parámetros de calidad para agua para consumo humano conforme a los requerimientos de la NTE INEN 1 108.

Se contará con un “Jar Test” con el cual se realizarán las pruebas de tratabilidad que se las realizará en forma rutinaria para determinación de dosis óptimas de coagulante, ayudante de coagulación y estabilización química.

Entre los equipos principales que se tienen en el laboratorio para análisis físicos, químicos y bacteriológicos se tienen:

Turbidímetro

Autoclave
Destilador
Refrigeradora
Horno de secado
Prueba de Jarras "Jar Test"
Balanza analítica electrónica
Contador de colonias
Medidor de conductividad y resistividad

Previo a la toma de muestras y análisis de los mismos, se revisará que todas las instalaciones eléctricas, agua potable y desagües estén en buen estado de funcionamiento. Los equipos y medidores deberán estar calibrados, revisados sus propiedades electrónicas de operación, así como realizar las pruebas de auto funcionamiento y determinar si el Hardware adjunto a estos equipos no indican potenciales problemas.

Los equipos de medición deberán incluir los electrodos, lámparas, buffers y reactivos necesarios para su calibración con muestras patrón.

El contratista será el responsable de las pruebas y manipuleo del equipo a llevarse a cabo en el laboratorio por lo que proveerá de los reactivos necesarios y poder realizar las mediciones de los parámetros de calidad de las aguas (físicos-químicos-bacteriológicos) conforme a los métodos analíticos especificados en los “Métodos Estándar para el Análisis de Agua de la AWWA” y/o de las siguientes normas INEN:

INEN 910 Determinación concentración de color (UC)
INEN 971 Determinación concentración de la turbiedad (UNT)
INEN 973 Determinación del pH
INEN 977 Determinación concentración de cloro residual (mg/l)
INEN 1 205 Determinación del número total de bacterias

Operación

- Conducir pruebas de autofuncionamiento de los aparatos a utilizarse.

- Revisar los contactos, electrodos y lámparas.
- Comprobar la existencia de buffers, reactivos y muestras patrón para poder conducir los análisis de agua.
- Realizar los análisis rutinarios para determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua que llega al reservorio de agua cruda, entrada al canal de repartición y del efluente de la planta.
- Realizar las pruebas de tratabilidad del agua (Jar Test) que ingresa a la Planta.

Mantenimiento

- Diariamente se verificarán las propiedades eléctricas y electrónicas de los instrumentos y se calibrarán los mismos especialmente los medidores de pH, turbiedad, oxígeno disuelto.
 - Cada 1000 horas se deberá reemplazar las lámparas.
 - Cada año, lubricar los ejes de la centrífuga y semanalmente, engrasar los trunions y rotores.
 - Verificar los fusibles de los instrumentos cada mes y cambiarlos de ser necesario.
- Limpieza del destilador una vez por semana.

7. OPERACIÓN SISTEMA ELECTRICO

La demanda de energía de la PTAP-MANTA , es suministrada por la Empresa Eléctrica en media tensión, habiéndose colocado un transformador trifásico de 10 kVA, 220/127 V, 60 Hz del cual sale a la cámara de transformación automática que permite la entrada en funcionamiento del generador de emergencia de 10 kW.

Del tablero de transferencia, se alimenta al tablero general desde donde se hace la distribución de energía conforme al Diagrama eléctrico anexo a la presente memoria en el cual se puede apreciar los alimentadores y subtableros de distribución. El tablero de distribución es automático y hará entrar en funcionamiento la planta de emergencia cuando falle una ó más fases de la alimentación principal ó cuando exista baja en el voltaje.

En la caseta del generador se tienen:

Generador de emergencia 10 kW

Tablero de transferencia 240 V, 60 Hz

Se debe efectuar una prueba eléctrica del sistema en la cual se verificará que estas han sido realizadas. Previo a la operación del generador, se debe cerciorar de que se lo ha instalado conforme a las instrucciones del fabricante, se cerciorará que todas las guardas y tapas de protección estén colocadas, se revisará si el varillaje del regulador está conectado como requisito previo. La arrancada del motor se lo hará desde el puesto del operador.

Operación normal

- El operador deberá chequear periódicamente verificar la existencia y el estado de los transformadores y que los niveles de tensión sean los correctos
- Normalmente el cambiador automático bajo carga mantendrá la tensión de salida en 6.6 kv par todos los estados de carga y niveles de tensión en barras de 37 kv.
- Posicionar el selector de funcionamiento del cambiador bajo carga al modo automático.
- Cuando entre en funcionamiento el generador de emergencia, se debe asegurar que este se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento por lo que se debe observar los medidores de presión de aceite, temperatura, amperímetro, tocómetro, filtro de aire, nivel de combustible, presión, horómetro. Se comprobará que no existen fugas de aceite o refrigerante, pernos sueltos y basura acumulada. En caso de que los pares de apriete de pernos, tuercas y prisioneros de traba normales no guardan

conformidad con lo especificado por el fabricante, se deberán realizar los respectivos ajustes.

- Todas las válvulas de la tubería de retorno de combustible deben estar abiertas antes y durante la operación del motor.
- En condiciones normales se debe supervisar y comprobar que el grupo de control electrógeno (GSC) haya recibido la señal para hacer funcionar el grupo electrógeno y/o pararlo. Las novedades en su funcionamiento podrán ser vistas en los indicadores del tablero de control.

Mantenimiento

- Cada 250 horas se deben realizar cambios de aceite y filtros del carter del motor, poner aditivo de refrigerante suplementario líquido.
- Se debe drenar el combustible para evitar la presencia de agua o elementos extraños que puedan producir averías.
- Se inspeccionará correas y mangueras por lo que se verificará la tensión de las primeras y en las segundas se verificará que no haya fugas. En caso de detectar problemas se las reemplazará conforme a lo especificado por el fabricante.
- Se inspeccionará y ajustará el sensor magnético.
- Cada 1000 horas se realizará una inspección y prueba de los componentes de alarma y parada, varillaje de control de combustible.
- Cada 200 horas se recomienda un ajuste inicial de la luz de las válvulas.
- Probar y/o cambiar las puntas de los inyectores de combustible y limpieza de la caja del compresor del turbocompresor.
- Comprobación de los amortiguadores.

- Cada 3000 horas se debe reemplazar el termostato, inspeccionar y cambiar si es necesario los sellos de la bomba de agua.
- Cada 4000 horas se inspeccionará y determinará para su cambio si hay desgaste del sensor magnético.
- Se deberá llenar la hoja de “Registro de mantenimiento” proporcionado por el fabricante en su catálogo de operación y mantenimiento.

• **8. OPERACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL**

El sistema de control como se puede apreciar en los Diagramas de control de los planos del proyecto, es un sistema distribuido que prevé subsistemas colocados sobre dos niveles lógico/funcionales basados en controladores programables cuyas funciones respetan la lógica de proceso y un nivel de operación manual y su arquitectura esta detallada en el manual de operación responsable del mismo.

El P.L.C. cuenta con su fuente de poder, unidad central de proceso, memorias RAM y EPROM, tarjetas de entrada, salida, bastidor, cables de fuerza y control, programador portátil con indicador.

El pupitre de control principal es el nivel de supervisión central y localizado en la sala de mandos del edificio principal de la Planta, está interconectado con el tablero de PLC de programas de control y con los tableros de filtros ubicados en la caseta construida sobre la cámara de interconexión entre sedimentadores y filtros. Las señales que se controla desde el pupitre son:

- Caudales de entrada y salida del tanque de agua cruda
- Caudal del canal Parshall
- Medidor de nivel del canal de filtros
- Caudal de agua tratada
- Turbidímetro y analizador de cloro libre residual
- Dosificación de cloro

El operador podrá controlar y monitorear en manera centralizada automática la limpieza de

sedimentadores y operaciones de los filtros siguiendo los pasos y secuencias de tratabilidad de los mismos.

Un segundo nivel permite interferir directamente en el proceso de los procesos mencionados sea autónomamente o basándose en las directrices dadas por el jefe de Planta que puede permitir que la planta trabaje en manual por lo que las modalidades operativas que pueden ser seleccionadas por el operador son:

- Remoto desde el pupitre de control
- Local automático desde los tableros de filtros
- Local manual

Adicional en la Sala de Mandos se registrarán las señales de los medidores electromagnéticos ubicados a la entrada y salida de la PTAP. Los registradores deben estar probados y calibrados para lo cual se debe comprobar los sensores de entrada, configuración e instalaciones, las cuales deberán cumplir con los requerimientos del fabricante.

Operación normal

- Poner en marcha e impartir el entrenamiento sobre el funcionamiento del PLC ubicado en la sala de control.
- El sistema PLC deberá asegurar y permitir que los procesos de sedimentación y filtración pueda trabajar en remoto y/o manual, flexibilizando el proceso de operación de la PTAP-MANTA, asegurará la calidad del agua y permita procesar datos de la misma (caudal, calidad) que permitan alertar al personal a cargo de la misma, para cuando se den condiciones extremas.
- Los parámetros a ser medidos son: Caudal, niveles, pH, turbiedad, cloro residual, para lo cual se deberá comprobar que los medidores electromagnéticos y turbidímetros proporcionen lecturas reales. El contratista deberá presentar los diagramas de procesos e instrumentación indicando sus funciones de monitoreo, control e interfaces con el programa.
- Se supervisará y controlará los siguientes anunciadores de alarmas para:
 - Bajo nivel en los tanques elevados
 - Nivel alto del agua en el canal de filtros

Problemas de válvulas y/o actuadores

Fugas de cloro

Valores altos de turbiedad

- En cartel manual, se detallará la acción de todas las válvulas y tasas de trabajo de filtración las cuales se controlará directamente desde la consola de operación de filtros, se medirá y determinará niveles durante las variaciones de filtración (Lavado, muestreo y llenado).
- En remoto, se deberá controlar todas las acciones bajo el programa automatizado.
- Se determinará la interfase durante el lavado de filtros entre expansión de filtros para un ciclo completo y/o carrera de filtración y turbiedad y se dará entrenamiento sobre:
- Diagrama de flujo PLC y eléctricos, de impulsos con sus detalles de instalación.
- Paneles de control con señales de entrada, medidores de flujo.
- Válvulas con actuadores neumáticos.
- Control de arranque de bombas de carga e interruptores de nivel de los tanques elevados.

Funcionamiento de Sedimentadores

- Se debe comprobar la instalación y funcionamiento de la válvula Mariposa con su actuador, instalados para cada sedimentador
- En automático el operador iniciará mediante el pulsador la secuencia de operación que irá del primero al último sedimentador desde el tablero de control ubicado junto a los sedimentadores. Este tablero consta de 8 luces verdes para indicación de válvula abierta, 8 rojas para indicación de válvula cerrada, 8 pulsadores y sus respectivas placas de identificación.
- En manual, el operador controlará el tiempo de apertura de las válvulas.

Filtros

- El lavado de los filtros se los realizará aproximadamente cada 6 horas y en forma secuencial, por un tiempo total tentativo de 15 a 20 minutos.
- En manual se lo realizará desde los cuatro tableros de control ubicados junto a los filtros los cuales contiene 8 luces que indican válvulas abiertas, rojas para indicar que están cerradas, pulsadores de retención y sus placas de identificación y están codificadas de la siguiente manera:
- Las válvulas a ser controladas para cada filtro y las señales de los interruptores de límite provienen

de:

Ingreso de agua sedimentador

Ingreso agua retrolavado

Desagüe agua retrolavado

- Se comprobará las señales de cloro libre residual (CLO 09) y de turbiedad (BOM 08 01) mandadas desde la cámara de bombas y, de las cuatro alarmas de cloro (CLO 08).

9. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DE LAS AGUAS

El normal funcionamiento de la PTAP-MANTA, puede verse afectado por problemas operacionales de los diversos procesos de tratamiento, que incidirán en la calidad del agua por lo que el operador deberá detectar y solucionar problemas relacionados con los procesos de tratamiento y/o realizar inspecciones preliminares que tiendan a identificar los problemas existentes, como paso previo para sugerir programas de muestreo y análisis.

Entre los problemas más comúnmente encontrados en el funcionamiento de una planta de tratamiento convencional similar a la PTAP-MANTA se tienen:

| Proceso | Mal funcionamiento | Identificación | Medida Correctiva |
|-------------|---|---|---|
| Floculación | <p>Presencia de corto circuitos y espacios muertos</p> <p>Condiciones de mezcla rápida no apropiadas</p> <p>Mantenimiento no adecuado</p> <p>Variaciones en la calidad de las aguas</p> <p>Gradientes G mayores a los de diseño</p> | <p>Análisis estadístico de los reportes de calidad de las aguas</p> <p>Eficiencia baja de la tratabilidad Comprobación de procedimientos operacionales usados</p> <p>Tiempo apareamiento del flóculo</p> <p>Floculador actúa como sedimentador</p> <p>Ensayo con trazadores</p> | <p>Modificación de procedimientos operacionales y programas de mantenimiento</p> <p>Análisis de calidad de las aguas y tratabilidad</p> <p>Determinar características existentes y G's reales</p> |

| | | | |
|----------------------|--|---|--|
| | <p>Material en suspensión</p> <p>Presencia de espacios muertos</p> | <p>Inspección visual</p> | <p>Modificación de procedimientos operacionales y de mantenimiento</p> <p>Revisar unidades de entrada y salida</p> |
| <p>Sedimentación</p> | <p>Baja turbiedad de agua cruda</p> <p>Alta turbiedad de agua cruda</p> <p>Baja eficiencia</p> <p>Variación de la temperatura</p> <p>Deficiencia de la zona de entrada y salida</p> <p>Mala operación</p> <p>Corrientes de viento</p> <p>Existencia de altos G en la entrada</p> <p>Mala evacuación de lodos</p> | <p>Análisis de turbiedad de agua cruda y sedimentada</p> <p>Problemas de sedimentación interferida</p> <p>Identificación visual de los flóculos</p> <p>Análisis con trazadores</p> <p>Comprobación y dirección de los vientos</p> <p>Determinación topografía de lodos</p> <p>Ruptura de flóculos en la entrada</p> | <p>Con baja turbiedad (>10UNT), usar filtración directa</p> <p>Modificación de zonas de entrada, nivelación de flantes</p> <p>Modificación de tipo de operación</p> <p>Periodicidad de evacuación de lodos</p> |
| <p>Filtración</p> | <p>Eficiencia baja por deficiencia procesos anteriores.</p> <p>Deficiencia del manto filtrante</p> <p>Inadecuada Operación y mantenimiento</p> <p>Velocidades de filtración inadecuadas por caudal mayorados, calidad de las</p> | <p>Efluente de baja calidad</p> <p>Determinación del índice de eficiencia</p> <p>Medición de caudales de entrada</p> <p>Comprobación de las pérdidas de carga y velocidad de filtración</p> <p>Alta turbiedad al inicio de la carrera de filtración</p> | <p>Mejorar y optimizar procesos anteriores</p> <p>Mejorar proceso de filtración</p> <p>Modificar programas de operación y mantenimiento</p> <p>Modificar carrera de filtración en función de la pérdida de carga</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>aguas y mala operación</p> <p>Variaciones bruscas de pérdida de carga por velocidad de filtración, condiciones hidráulicas, errores de los sistemas de control</p> <p>Carrera de filtración afectada por material en suspensión y algas</p> <p>Colmatación del filtro con aire, presentando pérdidas de carga negativas y colmatación rápida del filtro sin variación en la calidad del agua, bajas temperaturas</p> <p>Velocidad inadecuada de lavado por obstrucciones, movimiento del lecho</p> <p>Pérdida del medio filtrante por ser muy fino y/o de baja densidad, velocidades altas y/o mala distribución del lavado</p> <p>Movimiento del lecho de grava por velocidades altas, mala distribución, inadecuado soporte de lavado</p> <p>Pérdida de agua</p> | <p>Carreras cortas de filtración</p> <p>Comprobación de operación y mantenimiento</p> <p>Comprobación de las características de la arena y grava</p> <p>Determinar concentración de algas</p> <p>Medición de velocidades de lavado y expansión del filtro</p> <p>Medición del volumen y alturas del medio filtrante</p> <p>Comprobación del estado de los filtros</p> <p>Presencia de bolas de lodo</p> <p>Topografía del medio filtrante</p> <p>Determinación de pérdidas del medio filtrante</p> <p>Medición de caudales entrada y salida</p> <p>Inspección visual del estado de válvulas y compuertas</p> | <p>disponible</p> <p>Eliminar algas</p> <p>Establecer carreras de filtración en función de pérdidas de carga y calidad del agua filtrada</p> <p>Operar los filtros con pérdidas de carga menores a la carga de agua sobre el medio filtrante</p> <p>Suspender la carrera de filtración y producir expansión del medio para permitir el escape de aire entrampado en el filtro</p> <p>Cambio y/o modificación del lecho filtrante</p> <p>Modificación de la capa de soporte</p> <p>Incremento de los tiempos de lavado</p> |
|--|---|--|---|