

# **MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

ELABORADO POR:

\_\_\_\_\_  
HS&E

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR****PRESENTACIÓN DEL MANUAL**

El presente manual tiene como finalidad brindar las herramientas necesarias para gestionar adecuadamente la planta de tratamiento de aguas residuales y de esta manera garantizar efluentes tratados dentro los límites permisibles exigidos por la normativa ambiental vigente; además de asegurar la vida útil de la infraestructura de la planta.

**OBJETIVOS**

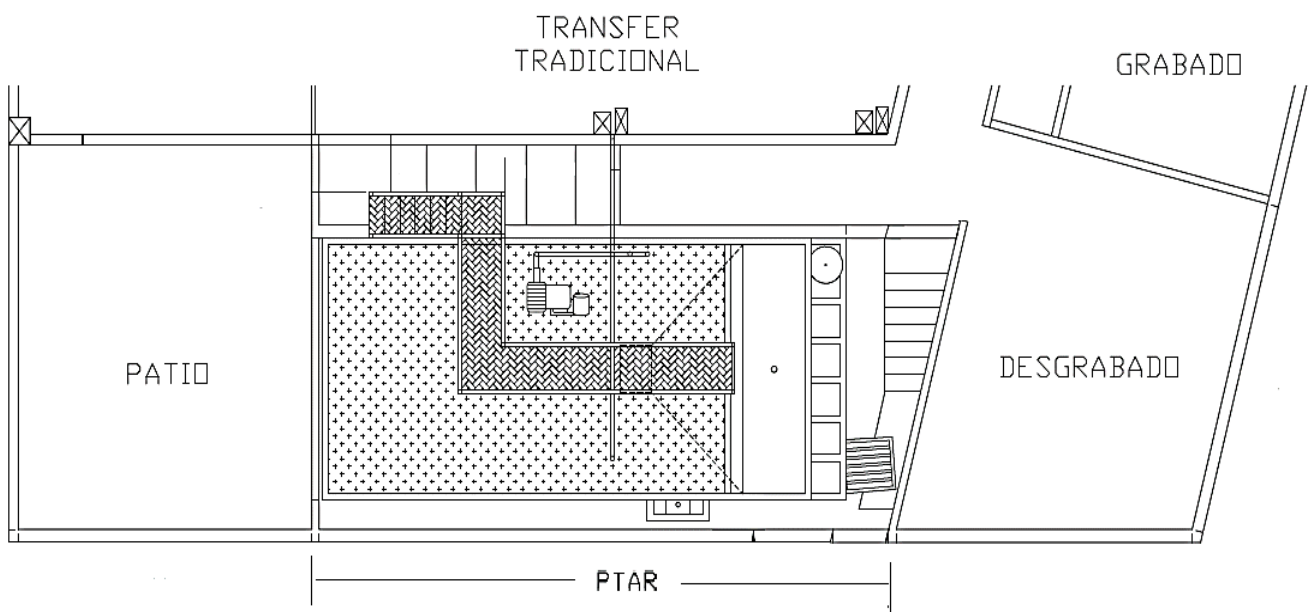
- ✓ Identificar y mejorar las actividades que involucran la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual
- ✓ Dar a conocer al personal los procesos de tratamiento que se desarrollan, las instalaciones y equipos que los constituyen y la mejor manera de operar el sistema de tratamiento.
- ✓ Disponer de información ordenada y sistemática referente a la planta, sus estructuras y procesos
- ✓ Normalizar la operación, proceso, mantenimiento y limpieza de la planta de tratamiento de agua residual.

**ALCANCE**

Este manual aplica desde el ingreso del agua residual cruda a la planta de tratamiento de agua residual hasta la descarga del efluente tratado al alcantarillado público.

**DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL**

La planta se distribuye en un área aproximada de 59.4 m<sup>2</sup> y se encuentra situada entre el patio posterior, el área de transfer tradicional y desgrabado, como se muestra a continuación:





**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

Figura 3. Ingreso del agua del proceso de tinturado, a la cisterna.



Figura 4. Ingreso del agua del proceso de desgrabado de marcos de serigrafía, a la cisterna.

En la cisterna se lleva a cabo la homogenización de caudales y neutralización del agua residual cruda, para lo cual se adicionan productos reguladores de pH a razón de 40 o 60 mL/min con una bomba de dosificación ubicada de frente en la parte superior izquierda del punto de muestreo de la cisterna (Figura 5), ya sea de AWT66 (sosa caustica 25%) o neutralizador (ácido sulfúrico 10%) proveídos por AWT, dependiendo las características que presente al agua residual realizando un sondeo en el laboratorio o aplicando la ecuación 1; además se suministra 30 m<sup>3</sup>/h de aire por difusión misma que se encuentra aproximadamente a un metro del fondo de la cisterna, y la cual sirve para mezclar y oxigenar el agua residual, y la cual se acciona y regula con la llave que se encuentra sobre el tanque de tratamiento biológico (Figura 6) (Anexo 3.1). El oxígeno disuelto que se requiere para iniciar el tratamiento biológico es de 2 mg/L.

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

Figura 5. Bomba de dosificación de productos reguladores de pH

$$pH + pOH = 14 \quad [1]$$

Adicional a la ecuación 1 se debe tener en cuenta las concentraciones de los productos neutralizadores y el volumen de agua residual a regular.



Figura 6. Activación y regulación de flujo de aire en la cisterna

**TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

Una vez que el agua cumple con los parámetros requeridos en la cisterna debe ser transportada al tanque de tratamiento biológico accionando la bomba que se encuentra a la entrada del punto de

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

muestreo en la cisterna (Figura 7), misma que debe ser encendida primero desde el panel de control general ubicado subiendo las gradas hacia el baño de serigrafía a mano derecha, y luego del panel que se encuentra encima del punto de muestreo de la cisterna (Figura 8 y 9) (Anexo 3.2). El agua ingresa al reactor con un caudal de 60 L/min, proporcionado por la bomba y que no puede ser regulado.



Bomba de alimentación al reactor biológico

Figura 7. Punto de muestreo de la cisterna - Bomba de alimentación al reactor biológico

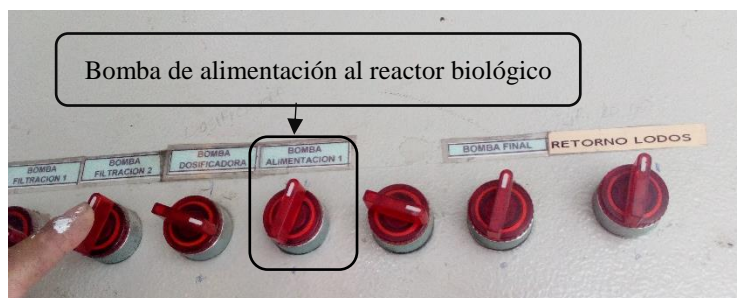


Figura 8. Panel de control general - perilla para encender la bomba de alimentación al reactor biológico

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

Figura 9. Panel de accionamiento de la bomba de alimentación al reactor biológico

Posterior al trasvase hay que sembrar las bacterias proveídas por Yakupro, bacterias sólidas 903 y líquidas 923, de acuerdo como se indica en la tabla 1 (Figura 11).

Tabla 1. Dosis de siembra inicial y semanal de bacterias para el tratamiento biológico

<b>Bacteria</b>	<b>Siembra inicial</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
Líquida 923	1Litro	1 día
Sólida 903	½ libra	4 días
<b>Bacteria</b>	<b>Siembra semanal</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
Líquida 923	1Litro	1 día
Sólida 903	1 libra	1 día

Cada semana antes de realizar la siembra medir el pH, temperatura, DQO, DBO, Nitrógeno, Fósforo y Sólidos suspendidos, con el pH metro Mettler Toledo, Reactor DRB-200, espectrofotómetro portátil DR-900 HACH, utilizando los reactivos adecuados para cada análisis y como se indica en los instructivos (Anexo 2) y manuales de usuario, incluidos en la carpeta de documentos de la PTAR.

## MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR



Figura 10. Reactor biológico - Siembra de bacterias

El tratamiento biológico tarda 15 días en el proceso de depuración, luego de este período hay que transportar agua desde la cisterna para llevar el agua tratada hacia el sedimentador para que los sólidos suspendidos precipiten, se acumulen y el lodo generado sea una parte recirculado y otra parte excedente purgada. El caudal de recirculación de lodos y la cantidad de lodos a purgar se determinan realizando pruebas de sedimentabilidad (Anexo 2) y aplicando las siguientes expresiones:

$$R = \frac{Q_r}{Q} \quad [2]$$

En donde: R es la relación de recirculación,  $Q_r$  es el caudal de recirculación y Q es el caudal en el afluente (L/s).

$$SST_{Reac} * (Q + Q_R) = SST_{Sed} * Q_R \quad [3]$$



## MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR

En donde:  $SST_{react}$  son los sólidos suspendidos totales en el reactor,  $SST_{sed}$  son los sólidos suspendidos totales en el sedimentador,  $Q$  es el caudal afluente y  $Q_r$  el caudal de recirculación.

Al sustituir las dos expresiones anteriores se obtiene:

$$\frac{R}{1+R} = \frac{SST_{Reac}}{SST_{Sed}} \quad [4]$$

En la cual se despeja  $R$ , y el valor obtenido se reemplaza en la ecuación 1 para finalmente obtener el caudal de recirculación.

Para determinar la cantidad de lodos a purgar se debe emplear la siguiente ecuación:

$$M_p = P_x - X_e Q \quad [5]$$

En donde:  $M_p$  es la masa de lodo a purgar,  $P_x$  producción neta de lodos,  $X_e$  es la concentración de sólidos en el efluente mg/L y  $Q$  es el caudal en el efluente.

Una vez realizados los cálculos proceder a la recirculación y purga de lodos con el apoyo del personal de mantenimiento para el accionamiento de la bomba de recirculación que se enciende con la perilla que se encuentra en el panel general, y la ayuda del personal de servicios generales para la extracción de los lodos purgados (Figura 11 y 12) (Anexo 4). La bomba se acciona con la perilla que se encuentra en el panel. Los lodos purgados deben ser colocados en recipientes plásticos herméticos, posteriormente se envían al gestor para que se proceda a la disposición adecuada. Dependiendo de la producción de lodos, el tanque sedimentador hay que vaciar y limpiar totalmente cada 23 o 4 meses para evitar taponamiento y problemas al recircular.



Figura 11. Panel de control general - perilla para encender la bomba de alimentación al reactor biológico

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

Figura 12. Sedimentador - purga de lodos

**TRATAMIENTO FÍSICO QUÍMICO**

Esta unidad posee cuatro compartimentos, el agua clarificada ingresa al primer compartimento, aquí se dosifica una solución de policloruro de aluminio (PAC 160) al 10%, la cantidad a dosificar se debe determinar mediante las pruebas de jarras (Anexo 2) que se realiza en el laboratorio de tintorería; luego el agua pasa por las cinco unidades de sedimentación pequeñas ubicadas a un costado del tanque fisicoquímico, al final de esta etapa va disminuido la DQO y los sólidos coagulados/floculados, una vez medianamente clarificada continúa al segundo y tercer compartimento en donde el agua tratada alcanza su nivel máximo de clarificación y luego pasa al cuarto compartimento para desinfectar con  $0.8 \text{ Kg/m}^3$  hipoclorito de sodio y finalmente el agua tratada es llevada a una cisterna para posteriormente ser descargada a la red de alcantarillado público con un caudal entre 35 y 50 L/min (Figura 13 - Anexos 3.3, 3.4 y 3.5).

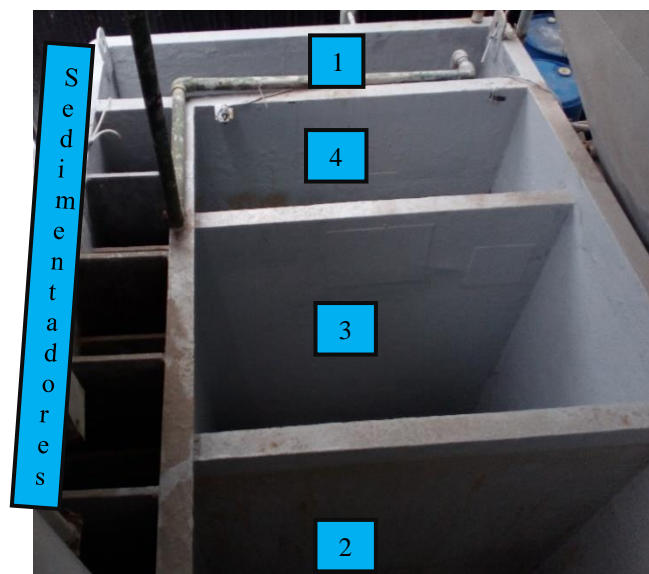


Figura 13. Unidad de tratamiento fisicoquímico

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR****MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

En la planta de tratamiento se debe contemplar el monitoreo de la calidad del afluente y efluente, de tal modo que las fallas operacionales puedan detectarse rápidamente para poder tomar las medidas pertinentes.

Las muestras de agua residual deben ser tomadas de acuerdo a un método estándar de muestreo (Anexo 5), se recomienda realizar un muestreo compuesto, es decir que la muestra debe ser constituida por muestras simples tomadas a distintas horas del día.

Para los análisis de laboratorio es importante antes de realizar los ensayos revisar los instructivos y manuales para ejecutar de manera confiable y rápida los análisis requeridos (Anexo 2). Los resultados que se obtengan de los parámetros medidos deben ser reportados en una bitácora para disponer de trazabilidad del control (Anexo 4).

**PRETRATAMIENTO**

Los parámetros a controlar es esta unidad de tratamiento, son el pH, temperatura, oxígeno disuelto, DQO, SST, DBO y metales pesado (Pb, As, Cr, Cu y Ni).

Los seis primeros parámetros son medidos con el pH metro Mettler Toledo y espectrofotómetro portátil DR-900 y reactor DRB-200 HACH que se encuentran en el laboratorio de tintorería (Figura 14) y deben ser manipulados de acuerdo como indican sus respectivos manuales de usuario, ubicados en la carpeta de documentos de la PTAR. Para la determinación de la DBO, tensoactivos, y metales pesados es necesario enviar a realizar el análisis a un laboratorio externo.



Figura 14. A) pH metro. B) Espectrofotómetro portátil DR-900 HACH. C) reactor DRB-200

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR****TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO**

Los parámetros a controlar principalmente en estas unidades de tratamiento, son el pH, DQO, SST, DBO, P, N y metales pesado (Pb, As, Cr, Cu y Ni).

Para la determinación del caudal de recirculación de lodos realizar adicionalmente la prueba de sedimentabilidad (Anexo 2).

**PREPARACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

Previo a la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales luego de un cese de operación, limpieza o mantenimiento se recomienda:

- ✓ Determinar las responsabilidades del técnico encargado y de los operadores de mantenimiento.
- ✓ Preparar los formatos donde se llevaran todos los registros.
- ✓ Revisar toda la información sobre la planta en el manual y procedimientos de operación, para aclarar y solucionar los problemas operativos.
- ✓ Inspeccionar detenidamente la planta de tratamiento y hacer una lista de herramientas rutinarias que puedan ser requeridas para reparaciones mantenimiento, reparación y limpieza.
- ✓ Hacer un inventario del material de laboratorio y productos químicos a utilizar en el tratamiento, y solicitar los elementos faltantes.
- ✓ Almacenar y organizar adecuadamente los productos químicos a utilizar en el tratamiento, en los espacios designados.

**ACTIVIDADES DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA**

Con el soporte personal de mantenimiento hay que realizar el trabajo rutinario de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, el personal debe tener conocimiento por lo menos básico acerca de la operación de la planta, para lo cual es fundamental que se brinde capacitaciones constantes al personal encargado previo a cualquier intervención.

Dentro de las actividades rutinarias a realizar para el mantenimiento se encuentran:

- ✓ Remover la pelusa acumulada en el tamiza de ingreso de agua a la cisterna.
- ✓ Eliminar la espuma que se acumule en la parte superior del tanque de tratamiento biológico, ya sea de manera manual, aspergiendo agua a presión o colocando antiespumante disponible en el área de tintorería.
- ✓ Controlar la recirculación de lodos desde el clarificador secundario al tanque biológico.
- ✓ Verificar que los tanques, tuberías y bombas se encuentren, limpios y libres de obstrucciones y en perfectas condiciones de operación.
- ✓ Comprobar el funcionamiento de las válvulas y bombas dosificadoras.
- ✓ Realizar el mantenimiento y limpieza general total de la planta cada 4 meses.

**MANUAL DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA PTAR**

Todas las actividades de importancia que se ejecuten de mantenimiento y limpieza deben ser reportadas en la bitácora de seguimiento (Anexo 4).

**HERRAMIENTAS, MATERIALES Y QUÍMICOS DE TRABAJO**

- ✓ Espátulas y palas para limpiar los tanques de tratamiento
- ✓ Manguera con boquilla de salida a presión para limpieza de las instalaciones.
- ✓ Recipientes para almacenamiento de sólidos como canecas plásticas con agarraderas a los lados.
- ✓ Recipientes de 200 mL de capacidad para almacenar las muestras de agua
- ✓ Jarras y baldes plásticos de 5 L de capacidad para tomar las muestras de agua
- ✓ Guantes de caucho para actividades en la planta y de nitrilo para ensayos de laboratorio
- ✓ Mascarillas con filtros para gases y polvos
- ✓ Reactivos y equipos de laboratorio - Proveedor Elicrom
- ✓ Sosa caustica 25% - Proveedor AWT
- ✓ Ácido sulfúrico 10% - Proveedor AWT
- ✓ Policloruro de aluminio PAC 160 - Proveedor AWT
- ✓ Hipoclorito de sodio 10% - Proveedor AWT
- ✓ Bacterias sólidas 903 y líquidas 923 -Proveedor Yakupro

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**

Calibrar el espectrofotómetro portátil DR-900 y reactor DRB-200 cada año con Elicrom, registrar la calibración en la ficha de calibración y verificación, colocar la etiqueta de calibración en los equipos (Anexo 6).

Calibrar cada 6 meses el pH metro con Mettler Toledo verificar cada 3 meses con soluciones buffer patrón (4, 7, 10), registrar la calibración en la ficha de calibración y verificación, colocar la etiqueta de calibración en los equipos. El control de calibración y verificación lo lleva cabo el coordinador del laboratorio de tintorería

Calibrar las bombas dosificadoras cada año al proveedor de las mismas, registrar la calibración en la ficha de calibración y verificación, colocar la etiqueta de calibración en las bombas (Anexo 6).