

**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Cd guzman” 150
lps.**

Ubicado en Cd. Guzmán, Zapotlán el Grande, Jalisco.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



CONTENIDO

1. El proceso lodos activados en la modalidad de AIREACIÓN EXTENDIDA	5
2. Descripción de las unidades de tratamiento.....	6
2.1. Pretratamiento, canales desarenadores y cárcamo de bombeo	6
2.2. Tratamiento secundario.....	8
2.3. Sistema de aireación.....	9
2.4. Sedimentador secundario	10
2.5. Desinfección	11
2.6. Unidades externas al tratamiento	11
2.6.1. Tratamiento de lodos	11
3. Arranque y estabilización de la PTAR.....	12
3.1. Etapa de llenado, aireado y despumación.....	13
3.2. Etapa de formación de biomasa.....	14
3.3. Etapa de estabilización	15
3.4. Anotaciones sobre el proceso de arranque	15
3.4.1. Inoculación de lodo activado para el arranque.....	15
3.4.2. Ajustes en el aire, el mezclado y los ciclos de operación	16
3.4.3. Ajuste para el período de arranque.....	16
4. Mantenimiento	18
5. Mantenimiento preventivo.....	19
5.1. Limpieza de rejillas.....	20
5.2. Limpieza del desarenador	21
5.3. Cárcamo de bombeo.....	22
5.4. Tuberías de conducción de agua cruda o negra.....	25
5.5. Aireación.....	26
5.5.1. Redes de aireación.....	26

5.5.2.	Tuberías de conducción de aire.....	26
5.5.3.	Difusores de membrana.....	26
5.5.4.	Válvulas y checks de retención.....	27
5.5.5.	Sopladores	28
5.5.6.	Limpieza del área de sopladores	28
5.5.7.	Cambio de filtro de aire.....	29
5.6.	Racks de tubería general, estructuras metálicas, entresijos, barandales, escaleras, contenedores, tanques de proceso y desnatadores	30
5.7.	Sedimentador.....	30
5.8.	Digestor	31
5.9.	Lechos de secado	32
5.10.	Sistema de desinfección UV	33
5.11.	Sistemas eléctricos de fuerza y control/alumbrado	33
5.11.1.	Tablero eléctrico.....	34
5.11.2.	Interruptores.....	34
5.11.3.	Falla en la acometida.....	35
6.	Mantenimiento correctivo.....	36
6.1.	Rutina de mantenimiento	36
6.2.	Mantenimiento a los sopladores.....	37
6.2.1.	Presión excesiva.....	38
6.2.2.	Entrada insuficiente de aire	39
6.3.	Instalación.....	39
6.3.1.	Soporte suave	39
6.3.2.	Alineación de la tubería	40
6.3.3.	Alineación y tensión del motor	40
6.3.4.	Lubricación	41

6.3.5.	Descomposición	41
6.3.6.	Falta de aceite	43
6.3.7.	Ruido	43
6.3.8.	Sustancias no compresibles	44
6.3.9.	Sólidos.....	44
6.3.10.	Líquidos	44
6.3.11.	Fugas de sellos	45
6.3.12.	Análisis de vibraciones.....	46
6.3.13.	Calentamiento	46
6.3.14.	Filtro.....	47
6.3.15.	Motor.....	47
6.3.16.	Poleas.....	48
6.3.17.	Bandas.....	48
7.	Pruebas con equipo de laboratorio	53
7.1.	Determinación de la cantidad de lodos en el reactor de aireación	53
7.2.	pH.....	54
8.	Rutina de mantenimiento	54

1. El proceso lodos activados en la modalidad de AIREACIÓN EXTENDIDA

La tecnología de lodos activados ha sido ampliamente utilizada y probada a nivel mundial desde hace más de 100 años. Inicialmente se realizaron diseños de forma empírica, basándose en los procesos de depuración que se llevan a cabo en los ríos. Fue hasta mediados de los años 70, que el diseño de esta tecnología se hizo a partir de modelos matemáticos, con lo cual se pudo obtener mejores resultados. Buscando un proceso que proporcionara mejores resultados que los obtenidos por los procesos convencionales, así como un mantenimiento más simple, a finales de los años 80 se crea el proceso de lodos activados por aireación extendida.

El orden del proceso de tratamiento del agua residual, lleva una secuencia de acuerdo a los elementos contaminantes que la componen. En primera instancia, se lleva a cabo la eliminación de residuos inorgánicos (como son los materiales plásticos, telas sintéticas, latas, entre otros) por medio de rejillas de desbaste, también conocidas como cribas. Posteriormente, se realiza la eliminación de arenas por medio de canales desarenadores.

La construcción donde se localizan las rejillas y los desarenadores, se le llama pretratamiento. Cabe mencionar que generalmente, al mencionar el pretratamiento se incluye el cárcamo de bombeo, ya que se encuentra dentro del mismo elemento constructivo. El término de pretratamiento se refiere a la remoción de ciertos contaminantes del agua residual, antes de que ésta pase al tratamiento.

El agua que sale del pretratamiento, se envía al sistema secundario de tratamiento (reactor de lodos activados). Técnicamente hablando, se acostumbra nombrar tratamiento secundario a los sistemas en los cuales se lleva a cabo la remoción de contaminantes orgánicos por medios biológicos. Por último, el agua que está siendo tratada pasa por un proceso de desinfección (pulimento), en donde se le adiciona cloro o pasa por un sistema de luz UV para la eliminación de microorganismos patógenos.

Las principales ventajas de las PTAR de lodos activados por aireación extendida son: 1) la baja o nula producción de lodos de desecho, 2) eficiencias de remoción de materia orgánica (medida como DBO_5) superiores al 95%, 3) capacidad amortiguadora de flujos y cargas orgánicas, 4) capacidad de operar con descargas inferiores a las del diseño y 5) de fácil operación y bajo costo de mantenimiento.

Este manual fue diseñado para proporcionarle las bases teóricas de operación de cada una de las partes que conforman la PTAR. Sirve tanto para la resolución de problemas, como para un correcto mantenimiento y así poder tener la planta en condiciones óptimas de operación.

2. Descripción de las unidades de tratamiento

2.1. Pretratamiento, canales desarenadores y cárcamo de bombeo

Se llama colector al tubo en donde se conectan los diferentes drenajes de la PTAR. Generalmente, para la construcción de una PTAR, el colector se debe continuar hasta hacerlo llegar a la planta, específicamente al pretratamiento.



Como se comentó en la sección anterior, el pretratamiento es un paso antes del tratamiento y tiene como objetivo, separar físicamente los materiales del agua residual que no pueden ser tratados biológicamente. Este sistema consiste de rejillas que van a “colar” el agua residual y de uno o dos canales, que ayudan a controlar la velocidad del agua y sedimentan las arenas.

El pretratamiento se diseña para eliminar casi el 100% del material arenoso que tenga un diámetro equivalente o mayor a 2 mm, así como para remover toda materia inorgánica con tamaño superior a

1.5 cm. El cárcamo de bombeo sirve como una estación de transferencia, en donde el agua residual se bombea hacia el tratamiento secundario.



Canal cerrado

Canal en operación

2.2. Tratamiento secundario

El agua residual proveniente del pretratamiento, es descargada al reactor (selector) donde se encuentra una elevada concentración de bacterias heterótrofas. Estas bacterias se alimentan de la materia orgánica (DBO_5) disuelta en el agua residual y formarán colonias floculantes, lo cual permitirá una fácil separación de las bacterias y del agua tratada en el sedimentador secundario.

Al mantener las condiciones adecuadas para la reproducción de las bacterias se logra que la concentración de bacterias aumente, mientras que la concentración de materia orgánica disminuye. Debido a la falta de alimento, las bacterias empiezan a consumirse entre sí (este fenómeno se conoce como respiración endógena); con lo cual se logra una reducción en la generación de lodos de desecho. Por otra parte, las bacterias nitrificantes también presentes en el reactor, oxidan el nitrógeno amoniacal (NH_4^+) presente en el agua a nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3).



2.3. Sistema de aireación

La aireación y mezclado del agua en el reactor, se lleva a cabo por medio de difusores de burbuja fina de muy alta eficiencia, por encima del 30% de eficiencia o capacidad de transferencia de oxígeno, lo cual permite un gran ahorro en el consumo de energía eléctrica. El aire aplicado a los difusores es suministrado por un soplador.



2.4. Sedimentador secundario

Para lograr mantener la concentración de bacterias en niveles óptimos, los lodos que se encuentran en el reactor (comunidad de bacterias) pasan a un sedimentador, en el cual el agua permanece en reposo casi absoluto por cierto tiempo. En este reactor el lodo activado se sedimenta y se regresa al o a los reactores de lodos activados. El resultado de este proceso es un líquido sobrenadante claro, sin mal olor y de buena calidad, el cual ya está listo para ser descargado.

En el sedimentador secundario se localiza el desnatador, cuya función es la de evitar la salida de nata que se puede originar por la presencia de aire dentro de los flóculos. El aire atrapado en los flóculos, hace que éstos tiendan a flotar en vez de sedimentarse, por lo que su remoción se lleva a cabo por la acción del desnatador.



Este sedimentador ha sido diseñado, específicamente, para mantener una recirculación continua de lodos, sin necesidad de utilizar equipos eléctricos o mecánicos adicionales; con lo cual se facilita el mantenimiento y la operación de la PTAR.

2.5. Desinfección

Para desinfectar o pulir el efluente, en las plantas de lodos activados se adiciona un sistema de cloración que elimina los microorganismos patógenos, que logran salir con el efluente. Cabe mencionar que a la entrada de la planta de tratamiento, se pueden tener mediciones de hasta 10,000,000 coliformes fecales por litro. Sin embargo, a pesar de que la remoción de las coliformes fecales es mayor al 99% en el tratamiento secundario del agua, una cantidad importante de coliformes fecales puede estar aún presente en el efluente, por ello la importancia del sistema de desinfección.

La desinfección por cloración tiene una alta eficiencia para eliminar el 99% de los microorganismos patógenos del agua tratada, el cloro se dosifica directamente al agua tratada y pasa por un canal que realiza la mezcla del cloro en el agua para su mayor eficiencia.



2.6. Unidades externas al tratamiento

2.6.1. Tratamiento de lodos

es importante contar con un sistema sencillo y confiable para eliminar estos lodos. Gracias al sistema de aireación extendida con el que cuenta la planta, la edad de lodos es superior a 30 días, por lo que los lodos de desecho estarán estabilizados aeróbicamente. La extracción de lodos hacia el digestor, se deberá realizar cuando la cantidad de éstos en el reactor de oxidación sea tan elevada que logran salir por el efluente.

El digestor de lodos es la unidad de tratamiento que se encarga de estabilizar el lodo residual, que por desecho llega a esta unidad para que se pueda mantener el balance de biomasa en el reactor selector y en el de aireación. En este digestor, se lleva a cabo el fenómeno de respiración endógena a mayor escala que en cualquier otra unidad de tratamiento previa a este. Se requiere estabilizar esta unidad, con el fin de evitar en la medida de lo posible que el lodo de desecho permanezca activo fuera de la PTAR.

La operación consiste en enviar lodos de desecho a esta unidad y mantener el nivel hasta los 4.10 m, con aireación constante. En la base del digestor, se encuentran difusores de aire para mantener en fase aerobia al lodo como soporte vital para que los microorganismos continúen consumiéndose, los lodos restantes son enviados a un sistema de desaguado de lodos por filtro banda para su disposición final transportados en camión.



3. Arranque y estabilización de la PTAR

Es de suma importancia distinguir entre "arranque" y "estabilización" de la planta. En condiciones normales (de gasto y carga), la estabilización de la planta es de aproximadamente 10 semanas. Durante este periodo de tiempo se formará el lodo activado (conocido también como biomasa o licor mezclado), que es el encargado del tratamiento del agua.

Debido a que las cargas en PTAR diferentes nunca son las mismas entre sí, es imposible predeterminar su funcionamiento al momento de su instalación.

El **período de arranque**, normalmente, tendrá una duración de dos o tres días para la planta Serie Selector. En este período se lleva a cabo el llenado de los reactores (tanques), la supresión de

espumas, el arranque de bombas de retorno, nivelación de desnatadores y vertedores y corrección de vicios ocultos. Esta etapa, normalmente, se realiza por personal capacitado (o de algún distribuidor autorizado) y, para las siguientes etapas (despumación y formación de biomasa) se entrena a la persona que se encargará de la operación y mantenimiento de la planta.

Durante el **período de estabilización**, el operador deberá visitar diariamente la planta para verificar todos los puntos de la rutina de mantenimiento, sin importar la frecuencia (fecha) con los que estos debían ser realizados. Principalmente, deberá realizar las siguientes actividades:

- 1) Analizar el “volumen de lodos en los reactores”.
- 2) Realizar pruebas de “estabilidad relativa”.
- 3) Control de espuma.
- 4) Raspado de las tolvas.

Estas actividades se deberán vaciar en una bitácora.

Para climas fríos, la época más adecuada para iniciar la operación de la planta es en la primavera o a principios del verano, cuando las temperaturas son más altas y puede esperarse una digestión más rápida en el compartimento de lodos.

Para la Planta el proceso se dividirá en las siguientes tres etapas:

ETAPA 1: Llenado, aireado y despumación (tiempo estimado: 1 a 2 semanas).

ETAPA 2: Formación de biomasa (tiempo estimado: 4 a 8 semanas).

ETAPA 3: Estabilización (tiempo estimado: 2 semanas).

3.1. Etapa de llenado, aireado y despumación

- 1) Comenzar a bombear el agua al tren de la PTAR hasta llegar a 1.5 m (aproximadamente) de altura en los reactores (del tratamiento secundario), inyectando aire para eliminar los malos olores y propiciando la destrucción de espumas.

- 2) Incrementar el nivel del agua día con día, tomando en consideración que el nivel de la espuma no exceda el nivel de los pasillos de la PTAR. Independientemente de suceder lo anterior, el personal de mantenimiento deberá contar con una bomba y manguera para evitar que la espume llegue a los pasillos.
- 3) Se deberá incrementar el nivel del agua en los reactores paulatinamente (puede ser de un metro en un metro), siempre y cuando la espuma no presente un problema.
- 4) En el último metro antes de llegar al paso que divide al o a los reactores del sedimentador, se deberá esperar hasta que la espuma pueda ser controlada por el operador y es en este momento, que se debe inyectar el gasto máximo existente a la PTAR (todas las bombas del pretratamiento se podrán en automático y todo el gasto será inyectado al tren de tratamiento).
- 5) Llenar el sedimentador y continuar con el bombeo hasta que el líquido fluya por el canal recolector para la cloración del agua tratada y comience a salir hacia el drenaje.
- 6) Cuando el sedimentador se llene, comenzar a bombear agua en los retornos de lodos, para ello abrir las válvulas de aire 1/3.
- 7) Cada semana se deberá verificar la calidad y cantidad de aceite y grasa en el soplador. Y se deberán cambiar cuando estos presenten calidad de "quemados" (aceite negro o grasa negra verdosa) o aceite con polvo de metal.

NOTA: Se informa que para esta etapa, no se debe de tomar en cuenta la cantidad de lodos, el gasto y el oxígeno disuelto; sino únicamente el nivel y la cantidad de las espumas.

3.2. Etapa de formación de biomasa

El inicio de formación de biomasa se llevó a cabo (aún y cuando no se tomó en cuenta) en la primera etapa y fue el motivo por el cual la espuma se fue disminuyendo en cantidad. Sin embargo el volumen de lodos no será suficiente para que la planta opere en estado normal, y es por ello que el operador se deberá dedicarse a incrementar el volumen de biomasa en los reactores, para lo que debe realizar lo siguiente:

- 1) Regular la válvula de aire de los retornos de lodos para que se vea, en el tubo de salida de lodo, agua sin mucha presión y que el tubo esté entre 1/4 y medio tubo lleno.
- 2) Nivelar y poner en funcionamiento los retornos de natas. Estos deberán formar una campana de agua que claramente absorba agua de la superficie.

- 3) Diariamente se deberán tomar mediciones (anotando en bitácora) de volumen de lodos en los reactores y de las características del efluente (agua tratada).
- 4) Una vez por semana, se deberán tomar muestras del influente y efluente para realizar análisis de la DQO en el laboratorio. Tanto el resultado de la muestra, como el día de la toma de la misma, se deberá anotar en la bitácora.

NOTA: Se debe dejar una sección especial en la bitácora para realizar estas anotaciones.

3.3. Etapa de estabilización

Se considera que la PTAR puede iniciar su periodo de estabilización, cuando la DQO se encuentre por debajo de 100 ppm y cuando el volumen de lodos en el último reactor (el que está antes del sedimentador), sea de aproximadamente 200 ml/L a los 30 minutos de sedimentación en el cono Imhoff. Es en esta etapa en donde se adecuarán todas las variables del proceso como son el gasto, los tiempos de funcionamiento de sopladores, la cantidad de cloro suministrado, entre otras. Con estas adecuaciones se podrá obtener el mejor funcionamiento de la planta de tratamiento y para ello se necesita:

- 1) Regular el gasto de entrada al caudal de diseño de la planta de tratamiento.
- 2) Medir volumen de lodos en reactores todos los días.
- 3) Medir el oxígeno disuelto en el primer (a la entrada del agua residual) y último reactor (antes del sedimentador secundario) cuatro veces al día. Anotar el valor de la temperatura ambiente. Para realizar las mediciones se recomienda los siguientes horarios: 8:00 hrs, 14:00 hrs, 20:00 hrs y 2:00 hrs.
- 4) Medir el gasto cuatro veces al día, tanto a la entrada como a la salida.
- 5) Medir el cloro residual en el efluente cuatro veces al día.

Al término de esta etapa el agua de salida (efluente) deberá ser clara, sin olor y sin sedimentos, siendo necesario realizar un análisis de los parámetros según la normatividad aplicable para esta PTAR.

3.4. Anotaciones sobre el proceso de arranque

3.4.1. Inoculación de lodo activado para el arranque

Un reto durante el tiempo de estabilización es lograr un buen desarrollo y crecimiento del lodo activado. En algunos casos el usuario puede preferir que se acelere el proceso de arranque. Esto puede hacerse "inoculando" la planta nueva, lo cual puede hacerse adicionando lodos provenientes de otra planta que ya se encuentre en operación, o bien, adicionando cultivos de bacterias especiales. En ciertos casos se puede utilizar excremento de caballo, gallina o vaca, el cual se ha amontonado y dejado al aire libre aproximadamente 3 días.

3.4.2. Ajustes en el aire, el mezclado y los ciclos de operación

Tanto el nivel de oxígeno disuelto y el grado de mezclado dentro de la cámara de aireación, se determinan por la cantidad de aire difundido. Por esta razón ajustar el volumen de aire es la técnica más importante en la estabilización de la planta.

Se debe buscar un mezclado uniforme regulando las válvulas individuales de aire. El mezclado uniforme significa simplemente que todos los contenidos del tanque se moverán a lo largo de todo el tanque homogeneizando sus condiciones. Dichas válvulas nunca deberán cerrarse por completo **ni en exceso**. Si la aireación debe reducirse o incrementarse, primero modifique los ciclos de operación antes de estrangular o abrir las válvulas individuales. De esta forma se mantendrán altas velocidades de mezclado y se controlará mejor el contenido de oxígeno disuelto en la cámara.

Cualquier incremento o reducción en el ciclo de tiempo puede equivaler a un 10% del tiempo total de operación. Después de haber hecho un cambio, debe permitirse a la Planta operar por lo menos 48 horas antes de hacer un nuevo cambio. Si el ajuste hecho ha sido suficiente, la mejora será evidente en la calidad del efluente al cabo de 48 horas.

3.4.3. Ajuste para el período de arranque

Muchos de los ajustes que se hacen en el arranque las PTAR, se basan principalmente en la apariencia de la planta y su efluente. Los volúmenes de aireación y recirculación de lodos deben ser ajustados hasta que la planta alcance un nivel de operación eficiente.

A continuación incluimos un cuadro de información para hacer los ajustes necesarios en la Planta durante el arranque. Es preciso que la Planta opere a su máxima eficiencia para poder hacer el ajuste

fino en cada caso. Normalmente los ajustes de arranque que se incluyen en dicho cuadro son todos los que el usuario necesita. Sin embargo, una lista más completa de ajustes puede encontrarse más adelante en la tabla de ajustes de rutina dentro del capítulo de "Rutina de Mantenimiento". Este cuadro deberá consultarse en caso de que se presente una condición que no cubra el correspondiente al arranque.

Recuerde:

- 1) Válvulas de aire: ajustar para dar un máximo volumen de aire y un mezclado homogéneo.
- 2) Ajustes de tiempo en el reloj de control: **operar el soplador las 24 horas del día.**

Características del agua en las diferentes etapas del tren de tratamiento de la PTAR

Condición	Color				Olor	Estado de la PTAR	Ajuste a realizar
	Influente	Reactor de aireación	Lodos del retorno	Efluente	Reactor de aireación		
1	Gris 	Café 	Café 	Ninguno	Tierra húmeda	Buena operación	Ninguno
2	Gris 	Café 	Café 	Ninguno	Tierra húmeda	Espuma en exceso	Normal en el arranque
3	Gris 	Café 	Café 	Café 	Mohoso	Sólidos en el efluente	Reducir retorno de lodos
4	Gris 	Café 	Café 	Café 	Levemente a mohoso	Sólidos flotando en sedimentador	Raspar la tolva con suavidad
5	Gris 	Café 	---	Café 	Levemente séptico	No hay retorno de lodos	Retrolavar línea de lodos
6	Gris 	Rojo 	Café 	Rojizo 	Ninguno	Sobremezclado	Reducir la aireación
7	Gris 	Negro 	Negro 	Negro 	Séptico	Poca aireación	Aumentar aireación

NOTA: La formación de espuma durante el arranque puede controlarse con agua a presión usando una manguera con agua limpia o tratada.

4. Mantenimiento

Para operar la PTAR en máxima eficiencia después de completar el programa de arranque, la planta debe recibir un mantenimiento diario. Si este mantenimiento falla, se pueden presentar problemas mecánicos que pueden dañar los componentes, que llegan a ser costosos, por lo que recomendamos ampliamente, no olvidar su aplicación de acuerdo a los programas anexos.

Para todas las PTAR de lodos activados, se aplican dos tipos de mantenimiento:

- 1) Mantenimiento preventivo.
- 2) Mantenimiento correctivo.

5. Mantenimiento preventivo

En esta sección se describen las partes de la planta que están sujetas a mantenimiento preventivo, cuáles son las actividades que se tienen que llevar a cabo y con qué periodicidad. El objetivo de este mantenimiento, es el de prevenir desperfectos y asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

Un hecho que frecuentemente ocurre en un programa de mantenimiento preventivo, es cuando el operador no registra el trabajo que está efectuando. Cuando esto sucede, el operador deja a su memoria recordar cuando ejecuta cada acción de mantenimiento. Sin embargo a medida que pasa el tiempo, el programa de mantenimiento va siendo olvidado debido a las propias operaciones de la planta. Por lo tanto, la única manera de que el operador pueda conservar el programa de mantenimiento preventivo, es a través de registros.

Se recomienda tener un cuaderno (a manera de bitácora) en el lugar de trabajo dentro de la PTAR, para ser llenado diariamente indicando las acciones realizadas. Los componentes que están sujetos a mantenimiento preventivo son:

1) Pretratamiento, desarenador y cárcamo de bombeo

- Tuberías de conducción de agua cruda o negra.
- Bombas sumergibles y sus motores acoplados.
- Rejillas de desbaste fabricadas en acero inoxidable.
- Tolvas.
- Canales desarenadores.
- Polipasto.

2) Aireación

- Difusores de membrana marca Ecologix.
- Tubería de conducción de aire.
- Tuberías de conducción de aire de servicio (retornos de lodos).
- Red de distribución de aire.
- Válvulas.
- Checks de retención.
- Soplador(es).
- Racks de tubería general.
- Barandales y escalerillas.

3) Sedimentador primario y secundario, cloración y digestor

- Sedimentador primario
- Desnatadores.

- Canales de agua tratada.
- Sistema de cloración.
- Digestor.
- Sedimentador secundario.
- Bombas de recirculación de lodos de proceso.

4) **Sistemas eléctricos de fuerza y control/alumbrado**

- Toma de amperaje.
- Limpieza de cableado.
- Firmeza de conexiones.
- Temperatura de operación.

Todas las actividades de mantenimiento implican el uso del equipo de seguridad personal, en la medida discrecional que las circunstancias lo demanden. Recuerde trabajar con una línea de seguridad, en lugares como el reactor de aireación, sedimentador, reactor de cloración, cárcamo de bombeo y lugares con alturas mayores a 1.8 m.

A continuación encontrará información acerca de la operación y mantenimiento específico de cada una de las unidades de la PTAR.

5.1. Limpieza de rejillas

Las rejillas de desbaste son de dos tipos: finas y gruesas. Estas sirven para atrapar partículas de 12.7 mm (finos), y partículas más grandes de 25.4 mm (gruesas). En cuanto a la limpieza, con un rastrillo de obra se debe rastrillar y remover la basura que retenida en las rejillas. Los residuos retirados de las rejillas se deben depositar en la criba para que escurra o simplemente, retirarla y dejarla secar. En la siguiente figura se esquematiza el proceso que se puede llevar a cabo para la limpieza de las rejillas.



1

El operador inicia la remoción del sedimento mas grueso. Se puede encontrar material muy diverso como botellas de plástico, tapas, madera, ropa, animales muertos, pequeñas ramas de árbol, zapatos y una infinidad de basura que las personas tiran al caño.

2

Se atrapa la mayor cantidad posible de basura y sedimento. La operación debe hacerse con una pala aunque en esta ocasión se empleo la red dada la baja concentración de material.

3

La captura se vierte en una cubeta, carretilla o en algún otro contenedor designado.

4

Este es el tipo de sedimento atrapado por el desarenador y la rejilla en conjunto. Note la cantidad diversa de material.

5.2. Limpieza del desarenador

El desarenador puede constar de uno o más canales de paso que operan alternativamente por medio de compuertas de control manual. Por lo tanto, se puede realizar la limpieza de uno, mientras se mantiene el otro en operación.

Es recomendable revisar semanalmente el nivel de arena sedimentada en los desarenadores y que se realice la limpieza de los mismos al llegar las partículas sedimentadas a 5 o 6 cm de acumulación

(máxima). De igual manera, es necesario llevar a cabo este control después de cada temporal. Después de drenar convenientemente el canal que se va a limpiar, se extraen los sedimentos con una pala y por medio de una carretilla de mano, la arena se debe llevar al sitio de disposición designado para tal efecto. Es recomendable secar un poco la arena al sol antes de su disposición final.

5.3. Cárcamo de bombeo

El cárcamo de bombeo (o estación de transferencia) está equipado con una o más bombas sumergibles, las cuales se encargan de succionar y enviar el agua cruda o negra hacia el siguiente tratamiento. El manual de operación de las bombas instaladas, se presenta en las fichas técnicas de los equipos.

Debido a la función de succión y transporte de agua de las bombas sumergibles, el cárcamo de bombeo debe estar libre de objetos que puedan obstruir la succión de las bombas, por lo que se recomienda retirar diariamente estos residuos para mantener la superficie del cárcamo limpia.

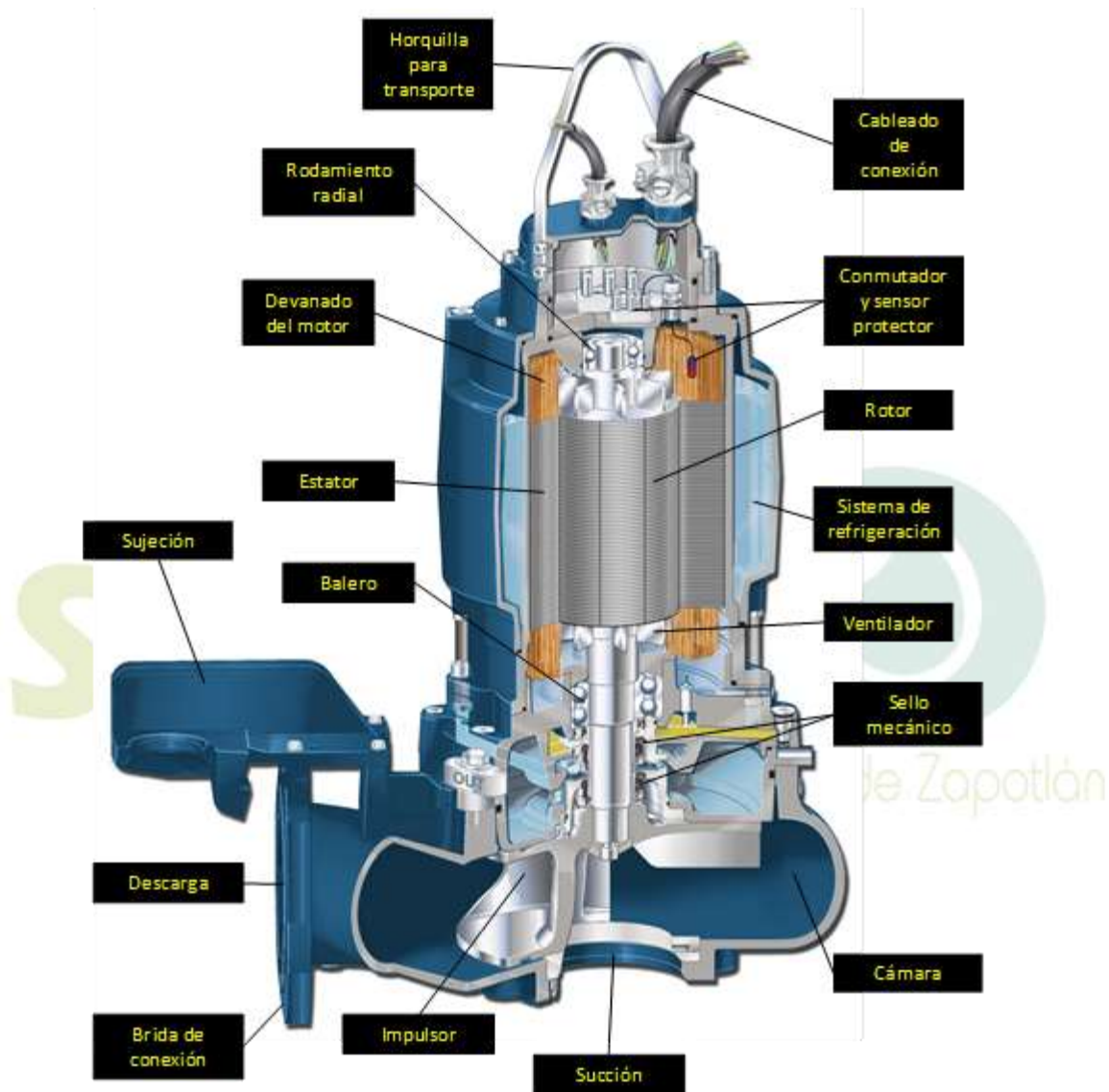
En cuanto a las medidas preventivas de mantenimiento para el equipo de bombeo sumergible de la estación de transferencia, estas consisten en la verificación del amperaje de los motores, así como el mantenimiento de las líneas de conducción de agua cruda o negra.



En el caso de que el viento llegue a transportar algo de basura al cárcamo, se podrá retirar del cárcamo con la ayuda de una red, una pala o un rastrillo para retirar los residuos que pudieran llegar como son hojarasca de árboles, papales o bolsas de plástico. No debe haber otro tipo de basura puesto que los tamices de desbaste y la canastilla con compuerta que se encuentran colocadas antes ya debieron “colar” al agua y dejarla en condiciones de ser succionada por las bombas.



En la siguiente imagen se presentan los elementos mecánicos y eléctricos de una bomba.



5.4. Tuberías de conducción de agua cruda o negra

Se deberá revisar, limpiar, pintar o proteger todas las superficies metálicas, por lo menos una vez al año. Se debe utilizar pintura epóxica y cuidar que se limpie perfectamente la zona donde se vaya a agregar y no olvidar poner un primario para que la pintura no se despegue por efecto de la corrosión. Normalmente este es un trabajo mínimo.



Revise también el estado de las juntas en las bridas de conexión. No deben presentar fugas pero si esto sucede, efectúe un apriete de la tornillería en su conjunto. Evite solamente apretar un solo tornillo ya que esto producirá una fuga aún mayor.

NOTA: Evite que las tuberías de fierro galvanizado entren en contacto con el agua residual.

5.5. Aireación

5.5.1. Redes de aireación

Todas las PTAR de lodos activados están equipadas con difusores. Cada red de difusión tiene una válvula individual de control, la cual deberá ajustarse para controlar el mezclado y asegurar el movimiento total de los contenidos del tanque, mismo que es absolutamente necesario para un tratamiento eficiente del agua. Por esto, el usuario deberá abrir o cerrar las válvulas para lograrlo.

5.5.2. Tuberías de conducción de aire

Al igual que con las demás tuberías, deberá revisar, limpiar, pintar o proteger todas las superficies metálicas, por lo menos una vez al año. Se debe utilizar pintura epóxica y cuidar que se limpie perfectamente la zona donde se vaya a agregar y no olvidar poner un primario para que la pintura no se despegue por efecto de la corrosión. Tenga cuidado de no aplicar pintura a las superficies de PVC y FOGO (fierro galvanizado) ya que producirá una degradación del material volviéndolo quebradizo. Eventualmente esto sería la causa de fugas.

No emplee cloro ni otros agentes químicos como thinner, aguarrás o productos de limpieza, ya que provocara daños a los micro-organismos que se encargan de la oxidación de la materia orgánica en los reactores selector, aerobio y lechos de secado. Revise también el estado de las uniones en las bridas de conexión. No deben presentar fugas pero si esto sucede, efectúe un apriete de la tornillería en su conjunto. Evite solamente apretar un solo tornillo ya que esto producirá una fuga aún mayor. Para el caso de las tuberías de retorno de lodos, se aplican las mismas medidas.

5.5.3. Difusores de membrana

Para llevar el aire al agua de manera eficiente y para lograr el proceso de aireación, la planta cuenta con redes de aireación o difusión en las cuales se montan en los extremos de las líneas de tubería unos dispositivos llamados difusores.

Aunque son altamente eficientes, se llegan a tapar por el efecto natural del proceso. Basta con retirarlos o abrir en su totalidad la válvula a la cual corresponde el “cruce” que conecta a la tubería para desbloquearlo.

El operador, deberá tener especial cuidado de mantener un burbujeo parejo en toda el área del reactor selector y del reactor de aireación. La siguiente figura nos da una idea del difusor de membrana. Cabe aclarar que la planta puede contar con uno o más tipos de difusores pero depende del modelo de la planta y del diseño de proceso.



La figura anterior corresponde a un ensamble de difusor, cople y abrazadera. El de la izquierda no está obstruido, mientras que el de la derecha si lo está. Se debe evitar la obstrucción de los difusores en la medida de lo posible.

5.5.4. Válvulas y checks de retención

El mantenimiento de válvulas y checks o válvulas de retención, se ha minimizado dada la alta calidad de la manufactura de estos dispositivos. A fin de evitar su descompostura evitar golpear o actuar los volantes y palancas con los pies. Si el vástago se encuentra atascado es preferible emplear un tubo largo y tratar de moverlo lentamente hacia el lado del giro, aplicando afloja-todo o un aceite lubricante.

En caso de tener fuga por los estoperos y sólo si es posible, emplear una llave para reapretar sin exceder el torque hasta hacer que la fuga ceda.

Este tipo de válvula es para controlar el flujo de aire de la línea principal que viene desde el soplador hasta el reactor de aireación. En el caso del reactor selector también se cuenta con este tipo de equipamiento.

5.5.5. Sopladores

El aire es vital para que se pueda llevar a cabo el proceso de oxidación de la materia orgánica o DBO_5 y así obtener un agua tratada de buena calidad. El soplador es la parte de la planta que se encargara de proveer el aire necesario para este proceso. También proporciona aire para las líneas de servicio (air lift). El manual del soplador se encuentra en las fichas técnicas de los equipos.

La operación del soplador consiste en hacer girar una unidad sellada con unos émbolos llamados “cacahuates” que giran recíprocamente uno en contacto mínimo del otro atrapando aire en el intersticio o luz que queda entre un cuerpo y otro. Este efecto multiplicado por “n” veces (r.p.m. en el motor) dará como resultado un caudal de aire constante con cierto grado de presión.

El mantenimiento preventivo del soplador o sopladores es sumamente simple pero vital. Se basa en limpieza y lubricación, así como en el cuidado del alineamiento de bandas.

5.5.6. Limpieza del área de sopladores

Es muy importante que semanalmente se lleve a cabo una limpieza a fondo a la caseta del soplador. Debido a los cambios de aceite y grasa del soplador, el interior de la cubierta podría tener residuos.

Una limpieza sistemática evitará que el polvo que desprenden las bandas llegue a tapar el filtro del soplador. También se debe limpiar mensualmente la rejilla del ventilador que tiene el motor y las aletas para evitar sobrecalentamiento. Al menos una vez a la semana se deberá desmontar el elemento del filtro de succión para su limpieza.

5.5.7. Cambio de filtro de aire

Para evitar problemas con el soplador, de amperaje y ruido excesivo, se sugiere limpiar el filtro semanalmente y cambiarlo como mínimo, una vez cada seis meses o antes si es necesario (ver la tabla de mantenimiento para periodicidad adecuada). Para el servicio continuado se requiere de sopleteo o bien un simple desempolvo cada tres días). Como fue mencionado anteriormente, las bandas (principalmente las nuevas) despiden un polvo, el cual puede llenar el filtro del soplador rápidamente.

El filtro de papel deberá conservarse prácticamente limpio, de no ser así se deberá cambiar, el no hacerlo creará contrapresión en el soplador provocando ruido excesivo, un incremento en la temperatura de funcionamiento traduciéndose en quemazón de aceite, grasa, juntas flexibles y juntas de válvulas de retención (checks) e incremento de amperaje en el motor.

Es conveniente enfatizar que se necesita cepillar el lado de la descarga ya que por la naturaleza del sistema, el lodo y las natas tienden a “pegarse” en esta zona de la tubería de retorno. Basta un cepillo de alambre y agua.

5.6. Racks de tubería general, estructuras metálicas, entrepisos, barandales, escalerillas, contenedores, tanques de proceso y desnatadores

Es recomendable aplicar la técnica empleada en tuberías. Se deberá revisar, limpiar, pintar o proteger todas las superficies metálicas, por lo menos una vez al año. Se debe utilizar pintura epóxica y cuidar que se limpie perfectamente la zona donde se vaya a agregar y no olvidar poner un primario para que la pintura no se desprende por efecto de la corrosión.

La selección de color ha sido efectuada de antemano y se recomienda continuar el modelo por estética y por una imagen que inspira salud y bienestar.

5.7. Sedimentador

La operación en esta unidad consiste en producir la sedimentación del lodo activo (biomasa) en su parte baja (cono) y un líquido sobrenadante en la superficie. El lodo colectado en el fondo es recirculado al reactor selector y al de aireación por medio de la tubería de servicio de recirculación de lodos, lo cual tiene por finalidad mantener una concentración de biomasa en el reactor selector y de aireación en balance para continuar con el tratamiento biológico. El agua clarificada o sobrenadante de la superficie es enviada a un canal recolector para la cloración del agua tratada.

El sedimentador no requiere un mantenimiento más allá del retiro de materia flotante (como pueden ser las natas), en los canales de recogida de agua tratada. Estas formaciones llegan a adherirse en algunas zonas de contacto con el agua como canales de recogida de agua o vertederos, en los pasos y en los propios muros del sedimentador. Para eliminar estas formaciones basta con cepillar la zona cuando se aprecie una cantidad de formación de este material.

El mantenimiento rutinario para el sedimentador consiste en el retiro de basura que vuela al interior de la unidad (como podemos ver las imágenes), así como el retiro de las formaciones de materia flotante de las cuales se ha hablado anteriormente.

Como se puede observar en las imágenes, si la basura que llega a caer dentro del sedimentador no se retira, podría ser causa de contaminación indirecta del agua residual que obtengamos de la PTAR, lo cual no refleja exactamente ni nuestro trabajo ni el desempeño de la unidad.



5.8. Digestor

Esta unidad de tratamiento se encarga de estabilizar el lodo residual de deshecho, con el objetivo de mantener el balance de biomasa en el reactor selector y de aireación.

La operación consiste en enviar lodos de desecho a esta unidad con aireación constante. En la base del digestor, se encuentran difusores de aire para mantener en fase aerobia al lodo como soporte vital para que los microorganismos continúen consumiéndose.

La operación del digestor es por medio de aire. En esta unidad se requiere mantener aireación tal y como en los reactores. Pero para alimentarlo (mandar lodo a esta unidad), necesitamos primero determinar si la concentración de lodo en el reactor de aireación es tal, que se necesite sacar de la planta. Nunca debemos sacar lodo **fuera de la PTAR sin antes estabilizarlo** en el digestor.

Este procedimiento es muy simple, abrimos la válvula de la línea de lodos al digestor y dejamos que comience a tomar su línea de superficie. En esta unidad dejamos que la ausencia de agua cruda o residual haga que los microorganismos se consumen entre ellos, reduciendo así la actividad paulatinamente hasta estar prácticamente agotados. Este período puede tomar entre 12 y 18 días.

Este procedimiento es para arrancar la planta o para cuando vaciamos el digestor en su totalidad. Para la operación continua, sólo mantenemos la cantidad necesaria en el digestor de acuerdo con la concentración que queremos tener en el reactor de aireación.

Cuando se requiere sacar lodos del digestor, se realiza por medio del uso de los lechos de secado para deshidratar la masa de lodo retirada del digestor. El mantenimiento de esta unidad es muy simple. Sólo se necesita retirar de las paredes del mismo, las formaciones de lodo que se puedan acumular con el paso del tiempo.

5.9. Lechos de secado

La fase terminal para los lodos consiste en enviarlos a los lechos de secado. Para enviar los lodos a esta unidad, se debe accionar las válvulas dispuestas en las cabeceras de los lechos simplemente abriendo el paso al agua junto con el lodo. Aquí inicia el lixiviado de los lodos, el sólido se está desprendiendo y lo que resta es dejar la acción de la luz solar y el calor, para secar el lodo que va quedando y del cual eventualmente, se formara una torta o costra que ya se puede retirar y enviar al contendor.

Si el agua no pasa a través de los orificios de la loza con facilidad, es un síntoma de que el medio filtrante se ha saturado y habrá la necesidad de reemplazarlo por nuevo material. Este material es conocido como gravilla de tezontle.

5.10. Sistema de desinfección UV

Para el sistema de desinfección por UV se debe verificar que las lámparas se encuentren encendidas durante la operación.

Limpiar las lámparas cuando estas estén sucias, para hacer esto es necesario apagar la desinfección y retirar las lámparas que estén sucias o fundidas y cambiarlas, de modo que todas las lámparas UV estén en funcionamiento para mejorar el rendimiento de este sistema.



5.11. Sistemas eléctricos de fuerza y control/alumbrado

Es muy importante que antes de llevar a cabo cualquier reparación o revisión de cualquier equipo electromecánico, lo desconecte del suministro de energía eléctrica. Mantenga sus manos y todos los objetos como herramienta, lejos del equipo hasta que se encuentre sin energía eléctrica. El propósito de este mantenimiento es evitar que cambios en el voltaje y el amperaje puedan afectar a los motores eléctricos, al cableado y a los interruptores.

Estas medidas de mantenimiento se aplican a:

- Sistemas eléctricos de fuerza.
- Sistemas eléctricos de control e iluminación.

5.11.1.Tablero eléctrico

Una vez al año, se debe realizar una revisión completa del tablero eléctrico. Aplique la misma medida preventiva de mantenimiento revisando y reemplazando, cualquier punta o zapata que esté flameada o rota y-apriete todas las conexiones de cable y tubo conduit. Evite posibles desperfectos al equipo o accidentes en su personal. En la siguiente imagen se muestra la instalación del tablero eléctrico de control.

El propósito de este mantenimiento, es evitar que cambios de voltaje y de amperaje puedan afectar el motor eléctrico.

Cada seis meses debe revisar las terminales (apretar o cambiar), ya que en los tableros de control se puede presentar el fenómeno de dilatación y contracción de los metales por donde fluye la corriente eléctrica, lo que ocasiona:

- Falsos contactos.
- Calentamiento de conductores.
- Mayor consumo de energía.
- Mayor amperaje.
- Fallas en el motor.

Otro mantenimiento que requiere el tablero de control, es limpiar con una brocha el polvo que se forma en su interior.

5.11.2.Interruptores

En cuanto al mantenimiento de los componentes (interruptor termo magnético, los contactores o elementos de protección y los relevadores), bastará con que anualmente se revise y en su caso reemplace, cualquier punta o zapata que esté flameada o rota. Con apretar todas las terminales de conexión de cables y tubos conduit es suficiente. Elimine todo el polvo que se haya acumulado. El polvo es capaz de atrapar humedad. La humedad en los circuitos eléctricos puede producir cortos. Proteja su equipo eléctrico del polvo, sacudiendo una vez cada tres meses los gabinetes y procure mantener los gabinetes cerrados.

5.11.3. Falla en la acometida

En caso de tener una falla en la acometida y los fusos (popularmente conocidas como canillas) se disparen, no intente usted mismo volver a reconectar. Se requiere de equipo especial libre de conducción eléctrica (calzado dieléctrico, guantes aislantes especiales, y pértiga), así como entrenamiento. Acuda a la oficina de la empresa que le suministre la energía eléctrica (Comisión Federal de Electricidad), para que ellos le re establezcan el servicio.



Transformador seco

Para todos los motores instalados, para todo el cableado y equipo de control como interruptores, se necesita verificar de acuerdo a la tabla de periodicidad al final del manual, las condiciones de:

- Incremento del amperaje.
- Aumento en la temperatura.
- Ruido anormal de arrastre.

6. Mantenimiento correctivo

En esta sección se mencionará el tipo de acción que se deberá llevar a cabo para:

- Tablero eléctrico.
- Sopladores.
- Bombas sumergibles.

Las operaciones más frecuentes a realizar son:

- Eliminación y reducción de fugas en tuberías de conducción de agua cruda o negra.
- Corrección de deficiencias y desperfectos en canales desarenadores.
- Eliminación y reducción de fugas en tuberías de conducción de aire para los reactores selector y aireación.
- Cambio de válvulas y checks de retención.
- Reparación de racks de tubería general, rejillas, láminas de entrepiso, barandales y escalerillas.

NOTA: Siempre desconecte la corriente eléctrica antes de inspeccionar cualquier equipo eléctrico o mecánico. Mantenga sus manos y todos los objetos lejos del equipo, hasta que el interruptor principal en el tablero de control esté desconectado.

Evite utilizar corbatas, mangas largas o cualquier otro tipo de prenda que pueda interferir en el trabajo de mantenimiento y que pueda ocasionar algún accidente.

6.1. Rutina de mantenimiento

La secuencia (el orden) para aplicar la rutina de mantenimiento, es de acuerdo a la llegada del operador a la planta con el objetivo de darle mantenimiento. Esta rutina se complementa con una sección al final en donde se sugieren acciones a seguir para la solución de problemas de forma inmediata, sencilla y fácil de entender.

6.2. Mantenimiento a los sopladores

La lista para la revisión del sistema de sopladores es:

- 1) Indicadores (medidores) de presión-manómetro en línea de salida de aire y otro en línea de entrada de aire, de cada soplador: comparar las lecturas.
- 2) Válvula de retención (check): revisar que esté bien ajustada y que los sellos estén bien colocados.
- 3) Filtro de entrada: debe estar limpio, en el área no debe haber mucho polvo, debe ser del tamaño suficiente para manejar los CFM.
- 4) Soportes de la tubería (Manifold): revisar que la tubería esté apoyada con firmeza.
- 5) Bandas V: revisar que no rechinen o se aflojen, observar si están partidas o rotas, verificar que tengan la tensión correcta.
- 6) Poleas: medir la separación entre poleas, verificar sus diámetros.
- 7) Motor: detectar ruidos extraños o inestabilidad, comparar su velocidad de operación (r.p.m.) y su potencia (HP).
- 8) Montaje: revisar la correcta colocación de lanas o calzas instaladas en las patas de la mesas de sopladores, revisar el ajuste de los tornillos de sujeción del motor.
- 9) Soplador: revisar el nivel de aceite y el correcto funcionamiento de las partes móviles cuando el soplador no está trabajando.
- 10) Lubricación: revisar el tipo de aceite que se está utilizando y la frecuencia con que se cambia, revisar el estado de la grasa en las partes móviles cuando el soplador no está trabajando.
- 11) Condiciones de operación: registrar las condiciones en que opere el soplador (temperatura ambiente, caídas de tensión en el suministro de energía eléctrica, ruido o vibración, desgaste general, sobrecalentamiento, piezas nuevas, ajustes o modificaciones recientes).

Los sopladores fallan por una razón. La más común de las fallas incluye la operación bajo los límites de velocidad de las unidades, presión, relación de compresión, temperatura y caballaje. Causas adicionales de fallas, son errores en la instalación y trastornos de lubricación, aceites inapropiados y altas temperaturas de operación.

Las condiciones del proceso que pueden depositar material dentro del soplador y corroer o erosionar las partes internas; producir daño mecánico debido a objetos extraños (sobrantes de soldadura, tuercas o tornillos) u objetos no compresibles (lodo, o agua lodosa) que pasan a través del soplador, son causas no comunes de falla. Cuando una unidad falla, la causa de la misma puede ser determinada normalmente inspeccionando las partes dañadas. Las siguientes son algunas condiciones de operación que se pueden revisar para ayudar a resolver problemas en campo.

6.2.1. Presión excesiva

Si existe sobre presión, habrá contacto metal con metal entre el extremo libre de los rotores y las tapas laterales y/o entre las venas de los rotores y el lado de entrada de la carcasa. El grado de contacto es relativo a la cantidad de sobre presión existente. Una extrema sobre presión, una carga muerta (descarga bloqueada) o una operación continua cuando está ocurriendo un contacto entre rotores, ocasionará que estos hagan contacto con la tapa lateral del lado de los engranes.

La sobre presión origina que la temperatura de la descarga exceda los límites de operación. La expansión térmica de los rotores debido a la temperatura es más rápida que la de la carcasa, esto produce una expansión rápida de los mismos que pasan a ocupar los claros libres laterales (endplay). El proceso es el mismo para las venas de los rotores. El lado de entrada "frío" de la carcasa no se expande tan rápidamente como los rotores, causando una pérdida de claros libres (endplay).

Las causas que originan la sobre presión, son debido a alguna restricción en la descarga del soplador. Esta es comúnmente el resultado del cierre de una válvula o el bloqueo de una línea causado por un material dentro de él. Cuando la tubería de la descarga es demasiado pequeña también puede causar condiciones de sobre-presión. El mismo daño visible se puede causar por aplicaciones de vacío.

Cuando las relaciones de compresión son demasiado grandes, una rápida expansión térmica da como resultado el contacto metal a metal. Las causas son las mismas, bloqueos en la entrada o la descarga, o en algunas ocasiones una combinación de las dos. Un equipo excedido de tamaño puede ser la causa de este tipo de daños debido a que opera a una velocidad muy baja.

6.2.2. Entrada insuficiente de aire

La característica más sobresaliente de esta falla, es que la cara de los rotores frente a las tapas laterales y el interior de la carcasa tomarán una decoloración dorada. El lado libre de los rotores comúnmente hace contacto con la tapa lateral. Las venas del rotor normalmente no rozan pero en algunos casos pueden hacerlo. El daño por esta situación normalmente no es tan extensivo como el ocasionado por sobre presión, porque esta condición requiere mayor caballaje y saca al motor de operación.

Una gran parte del enfriamiento del soplador proviene del aire que fluye a través de él. Cuando el flujo de entrada es restringido, ocurren daños comparables a una línea bloqueada por una válvula cerrada o con material dentro de ella.

Una segunda causa es una reducción en la velocidad de operación del soplador. Este puede ser un motor ineficiente, pérdida de potencia, o posiblemente un motor trabajando en una fase. Hacer girar en sentido contrario las poleas durante la instalación puede dar como resultado este tipo de fallas.

6.3. Instalación

Las áreas que conciernen a la instalación son las condiciones de un soporte suave, alineación de las bridas de la tubería y alineación del motor.

6.3.1. Soporte suave

Estas condiciones resultan cuando la unidad está anclada a una superficie que no es plana. Esta situación ocasiona un mayor esfuerzo en algún punto de la unidad. Cuando ancle la unidad, cualquier punto de contacto entre las patas y la base deberá ser calzada para asegurarse que las patas del soplador están a escuadra con la base y ésta quede perfectamente nivelada y en un plano recto.

6.3.2. Alineación de la tubería

Esta alineación es tan crítica como la nivelación del anclaje. Esto es cierto, incluso cuando se use un conector flexible. Las bridas deberán estar alineadas para evitar esfuerzos que se originan al tratar de juntar las bridas apretándolas una con otra o forzando la alineación utilizando tornillos o palancas.

Soportes suaves y una inapropiada alineación de la tubería pueden dar como resultado una falla prematura del soplador. El daño debido a estas condiciones puede ocurrir al arrancar o más tarde durante la operación debido a una severa desalineación. El daño resultante de un soporte suave o desalineación de la tubería puede ser la falla de un rodamiento con ningún daño a otros rodamientos o engranes. Un contacto intermitente o casual del rotor a las tapas laterales y/o venas del rotor a la carcasa, también puede ocurrir.

6.3.3. Alineación y tensión del motor

Esto puede resultar en una falla prematura. Cualquiera que sea el manejo por banda o accionamiento directo cuando no están instalados apropiadamente, puede dar como resultado una vibración excesiva y una falla prematura en los rodamientos. Los daños por el mal alineamiento del motor son normalmente una falla del rodamiento del eje motriz y secundariamente el daño al eje motriz, engranes y rotores. Las poleas que no están alineadas una con otra sobrecargarán al rodamiento causándole falla. Si se detecta y corrige en un principio, el daño secundario puede no ser significativo. Una carga por encima de lo normal causará el mismo daño.

Una excesiva tensión en la banda también causará un daño al rodamiento de la flecha motriz y en muchos casos causa una corrosión desgastante a lo largo de la línea motriz. Esto puede ocurrir entre el eje motriz y el buje de la polea, pero también verifique si existe corrosión de desgaste entre el engrane y el eje del rotor, entre el centro del engrane y la pista interior del rodamiento o entre el rodamiento y el eje del rotor (ver también la sección de bandas de este manual).

El daño debido a una alineación en un accionamiento directo comúnmente da como resultado una falla en el rodamiento del eje motriz sin un daño secundario. La excepción es cuando no hay espacio para la expansión entre los extremos de los ejes (motor-soplador). El daño en rodamientos, engranes y rotor

puede suceder dependiendo de cuánto tiempo trabaje la unidad con el acoplamiento en una condición de carga axial.

6.3.4. Lubricación

Las fallas por lubricación son, probablemente, las más comunes. La mayoría de los aceites tienen aditivos de lubricación para proteger los engranes y rodamientos. El calor y la contaminación descomponen el aceite, lo que se acelera a temperaturas por arriba de los 180° F (82° C).

La descomposición de los lubricantes variará con el tipo de aceite que está siendo usado y con la severidad de las condiciones de operación. Las recomendaciones para el cambio de aceite varían de 250 a 1000 horas de operación.

La mejor manera para determinar cuándo cambiar el aceite es **analizarlo periódicamente**. Cuando las pruebas demuestran que el aceite empieza a descomponerse, es el tiempo para programar el cambio del aceite. Existen dos tipos de daños por lubricación: 1) debido a descomposición de aceite y 2) falta de éste.

6.3.5. Descomposición

La descomposición del aceite se revelará en un soplador cuando los rodamientos y engranes muestren una etapa de deterioro. Los rodamientos se aflojarán en las pistas interiores y tendrán marcas de desgaste.

Picaduras pueden ocurrir también en las esferas, rodillos y pistas. Los dientes de los engranes empezarán a picarse y podrán estar deformados. La deformación de los engranes es una etapa avanzada de picadura. Esto será una visible línea de desgaste a través de la parte baja del diente en la raíz. Estas partes pueden estar decoloradas con un color café barnizado. Los sellos de labio en muchos casos estarán quebradizos o desgastados. Los rodamientos pueden estar, pero no es común, quemados o fundidos.

El aceite descompuesto puede parecer sucio, estar tan espeso como el alquitrán, tener un fuerte olor, sentirse muy arenoso, o tener la apariencia de una consistencia delgada.

Sapaza 
Sistema de Agua Potable de Zapotlán

6.3.6. Falta de aceite

La falta de aceite puede dar como resultado una falla catastrófica en los rodamientos y engranes. Los engranes pueden quemarse y fundirse mientras que los rodamientos aparenten estar en buenas condiciones. Los engranes pueden estar en alguna etapa de quemado mientras uno o más rodamientos se quemarán.

Usualmente un extremo de la unidad estará en perfecto estado, mientras que el otro estará dañado. La clave para determinar este tipo de falla son los engranes. Si los dientes están fundidos y han tomado un color azul entonces no había aceite en la cámara. Si los dientes están fundidos y los engranes muestran láminas de color café y quemado, puede que tuviera algo de aceite pero no el suficiente para lubricar apropiadamente.

NOTA: Una vez que el equipo ha sido manejado sin aceite, el daño estará hecho y el deterioro continuará a una rápida velocidad. No se confíe cuando vea los engranes fundidos y/o los rodamientos y la cubierta llenos de aceite. Sin importar la cantidad y la condición del aceite en la cubierta, el equipo fue trabajado sin aceite y éste fue agregado después de que el daño ocurrió.

6.3.7. Ruido

Los ruidos que parecen surgir de un soplador pueden o no ser causados dentro de la unidad. El ruido mecánico que es causado por el soplador, puede ser por el contacto de rotor con rotor el cual puede ser visto inspeccionando los rotores. Una falla en los rodamientos o engranes o cualquier otro contacto de metal con metal, requerirá desensamblaje e inspección.

Los sonidos externos pueden dar la impresión de venir del interior del soplador. Partes sueltas o tornillos en la tubería así como golpeteo de válvulas sueltas harán ruidos que parecen venir del soplador. Un soplador no cambia la manera de hacer ruido mientras está trabajando. Si el sonido cambia durante la operación, esto es causado por algún cambio en la operación del sistema o en su velocidad.

6.3.8. Sustancias no compresibles

Los sopladores están hechos para mover aire. La tolerancia en todas las unidades no es lo suficientemente grande para permitir el paso de sólidos a través de ellos, líquidos espesos o materiales pastosos.

6.3.9. Sólidos

Los sólidos dejan daños irreparables en el equipo. Las tuercas, tornillos, sobrantes de soldadura, entre otros pueden pasar a través de la unidad pero dejarán marcas en el rotor y algunas veces en la carcasa. El daño puede ser dientes rotos en los engranes, ejes del rotor rotos y algunas veces fracturas en los alojamientos de los rodamientos.

Sin importar el daño, si los ejes de los rotores no están rotos y/o los cuñeros abocardados, los ejes del rotor deberán ser revisados para substituirlos, ya que muy probablemente estarán doblados. Otros sólidos como trapos del taller, filtros de cigarro y envolturas no dejarán marca en los rotores pero el daño puede ser el mismo. El polvo, pasta o materiales laminados pueden dejar marcas no visibles, pero algunos materiales por lo regular permanecerán en el soplador.

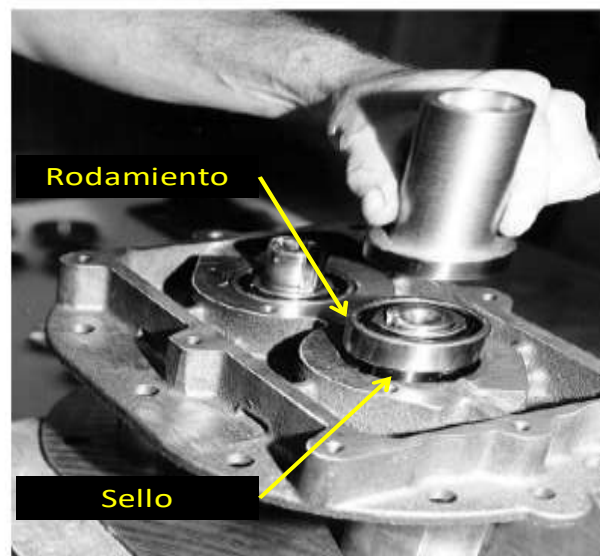
6.3.10. Líquidos

Líquidos en cantidades pequeñas pueden pasar a través del soplador sin dañarlo. Líquidos espesos causarán daños de apariencia como una carcasa fracturada o rota, alojamientos de rodamientos fracturados o rotos en las tapas laterales, pistas de rodamientos rotas y posiblemente ejes del rotor rotos. En estos casos, todos o algunos de estos daños se presentarán.

6.3.11. Fugas de sellos

En casos de fugas en sellos mecánicos es mejor dejar que el soplador sea reparado por personal de la fábrica o en centros de reparación calificados. Ya sea que se usen sellos de labio o mecánicos, los signos de fuga en los sellos interiores es fácil de diagnosticar. Si aparece aceite en el proceso de vapor (tubería de descarga), o en cualquier parte de la carcasa de los rotores, los sellos están fugando.

En sopladores con sellos tipo labio las tapas laterales tienen agujeros abiertos para ventilación. Si sale algo de aceite por estos agujeros de ventilación los sellos interiores están fugando. En sopladores con sellos tipo mecánico estos orificios están tapados. Retire los tapones del fondo de la unidad y si sale aceite, los sellos están fugando.



Sello mecánico en soplador (se muestra ensamblado debajo del rodamiento)

Existen varias razones por las que los sellos pueden presentar fugas, siendo las más comunes:

- Labio de sellado flojo o roto. Normalmente la causa de esta falla es por el calentamiento.
- Labio de sellado desgastado. Esta causa se debe al acumulamiento de polvo atrás del sello, el cual trabajará de esta forma abajo del labio. Este es normalmente el resultado de un exceso de material que pasa a través del soplador.

- Agujeros, rayones o moho en el hombro del rotor. Ocasionarán que el sello gotee. La pista para el sello del rotor deberá estar pulida.

6.3.12. Análisis de vibraciones

Los análisis de vibraciones pueden ser buenos si la información tomada es interpretada correctamente. Velocidad, número de lóbulos o que tan severamente está trabajando el equipo afectará las lecturas de vibración.

El mejor procedimiento es tomar una línea base para poder comparar con las lecturas futuras. Si las lecturas de desplazamiento exceden 3 milésimas o las lecturas de velocidad exceden 0.7 pulgadas por segundo, es indicativo que puede existir un problema en alguna parte. Es importante recordar que el problema puede no estar necesariamente en el soplador. Tornillos sueltos, base inadecuada, problemas de accionamiento, o material atrapado (líquidos o sólidos) son las causas más comunes de la vibración.

6.3.13. Calentamiento

El rango de calentamiento, se considera a partir de que la temperatura de la cubierta es demasiado alta para mantener las manos en ella, la temperatura del aceite, temperatura de descarga y el extremo motriz está más caliente que el otro extremo.

- Temperaturas de la cubierta. No podrá poner su mano sobre un soplador cuando la temperatura de la cubierta llega más o menos arriba de 120° F (49° C). En general no existe correlación entre las temperaturas de cubierta y las temperaturas de operación por lo que no deberá preocuparse.
- Temperaturas de aceite. Las temperaturas del aceite deberán ser tomadas en cuenta cuando la temperatura del aceite exceda los 180° F (82° C). Normalmente cuando la temperatura de descarga excede de 250° F (121° C).
- Extremo motriz del lado de los engranes. El lado de los engranes de un soplador estará más caliente, simplemente, porque hay un juego de engranes y un rodamiento del eje generando el calor en lugar de tener únicamente dos rodamientos, como en el otro extremo del soplador.

- Temperatura de la descarga. La temperatura de la descarga es un factor limitante en la operación de un soplador. La temperatura que importa es la del aire procesado en el puerto de descarga. El limitante de la temperatura variará basándose en las condiciones de operación del equipo. Las curvas de funcionamiento publicadas están basadas en una entrada de 70° F (21° C) y una ambiente de 70° F (21° C). Cuando las condiciones de temperatura exceden los 130° F (55° C), se deberá consultar al fabricante.

6.3.14.Filtro

Para llevar a cabo el mantenimiento del filtro (cambio cada cuatro a seis meses) se pueden seguir las siguientes instrucciones:

- 1) Apague el equipo.
- 2) Saque el filtro.
- 3) Soplar con aire, si no está demasiado sucio (en su defecto sacúdalo).
- 4) En caso de que este muy sucio, tendrá que reemplazarlo.
- 5) Coloque el filtro.
- 6) Anote la fecha y observaciones en bitácora de mantenimiento.
- 7) Encienda el equipo.

6.3.15.Motor

Verifique el amperaje con motor encendido (no debe estar arriba del 10% sobre el amperaje de la placa del motor). Verifique, también, que las líneas tengan amperajes similares. Después:

- 1) Apague el equipo.
- 2) Limpie las aletas del motor para evitar un sobrecalentamiento, ya que así ayudará a disipar el calor más rápidamente.
- 3) Encienda el equipo.

6.3.16.Poleas

- 1) Apague el equipo.
- 2) Verifique la alineación de las poleas haciendo pasar una regla sobre la parte frontal de la polea del motor, deslícela hasta tocar la parte frontal de la polea del soplador, estas deben estar alineadas.
- 3) Si las poleas no se encuentran alineadas, afloje los tornillos de una de las poleas y desplácela hasta tener alineada una con otra.
- 4) Ajuste los tornillos de las poleas.
- 5) Verifique que no exista desplazamiento de las cuñas de las poleas.
- 6) Encienda el equipo.

6.3.17.Bandas

En la sección 6.5.5 de este manual, se mostraron medidas de mantenimiento preventivo básico del soplador. Las mismas instrucciones para retirar las guardas de protección se aplican para el cambio de bandas. A continuación se presentan las instrucciones para el reemplazo de las mismas:

- 1) Verifique el amperaje (no debe estar arriba del 10% sobre el amperaje de la placa, excepto en los primeros segundos del arranque). Si no se logra tener el amperaje deseado revise cuidadosamente el estado en que se encuentran las bandas (pueden estar rotas o resacas).
- 2) Si localiza algún daño en alguna de las bandas, apague el equipo y continúe con los siguientes pasos.
- 3) Marque la posición donde se encuentra el motor sobre la base corredera.
- 4) Afloje los cuatro tornillos de la base corredera del motor (no aflojar los tornillos de la base que sujeta al motor).
- 5) Afloje el tornillo sin fin.
- 6) Quite las bandas con la ayuda de un desarmador.
- 7) Reemplace el mismo tipo de bandas **B-70 ó 72, 5-VX** con ayuda de un desarmador (se deben cambiar todas las bandas).
- 8) Con los tornillos flojos de la corredera del motor, tense bandas apretando el tornillo sin fin hasta llegar a la marca previamente marcada.

- 9) Verifique la tensión de las bandas como se indicó en la sección 6.5.5.
- 10) Apriete tornillos de la corredera del motor.
- 11) Verifique la alineación de las poleas.
- 12) Encienda el equipo.
- 13) Verifique el amperaje, si no se encuentra en el límite establecido según placa del motor, apague equipo y repita paso 6.
- 14) Apriete o afloje tornillo sin fin (verificando tensión en bandas según manual).
- 15) Repita pasos 12, 13 y 14 hasta lograr tener las condiciones óptimas de funcionamiento del equipo.

Problema	Causa	Solución
Baja de rendimiento	– Pérdida de r.p.m. – Restricción en la entrada. – Deslizamiento excesivo. – Goteo en la presión o vacío en la válvula de alivio.	– Bandas V gastadas o flojas. – Filtro obstruido o demasiado pequeño. – Extremos del rotor desgastados. – Asientos desgastados o mal colocados.
Ruidos no comunes	– Los rotores están haciendo contacto con la carcasa, tapas laterales o cualquier otra cosa.	– Excesiva relación de compresión (C. R.). – Falla en los rodamientos o engranes.
Goteo de aceite	– Falla de los sellos. – Aceite espumoso.	– Excesiva relación de compresión y temperaturas. – Aceite no apropiado por sus especificaciones o sobrellenado. – Orificios de venteo tapados (únicamente para modelos que cuenten con estos).
Sobrecalentamiento	– Pérdida de r.p.m. – Entrada restringida. – Deslizamiento excesivo. – Sobrepresión. – Alto vacío.	– Bandas V desgastadas o flojas. – Filtro obstruido o demasiado pequeño. – Extremos del rotor desgastados. – Ajuste incorrecto de la válvula de alivio. – Ajuste incorrecto de la válvula de alivio de vacío o succión restringida.
Falla en los rodamientos	– Uso de aceite inadecuado. – Niveles de aceite bajos o altos. – Temperatura de aceite demasiado alta. – Cambios de aceite no frecuentes	– Deben seguirse las instrucciones contenidas en este manual. – Los niveles de aceite no son revisados correctamente. – Excesiva relación de compresión (C. R.) y r.p.m. – Deben seguirse las instrucciones contenidas en este manual.
Banda patinándose. (pulida lateralmente)	– Tensión insuficiente.	– Reemplace bandas y ténselas correctamente.

Problema	Causa	Solución
Motor silbando	- Carga súbita. - Carga muy pesada de arranque. - Insuficiente arco de contacto.	- Tensar adecuadamente. - Se requiere aumentar la distancia entre centros.
Banda volteada	- Cuerda rota causada por colocación incorrecta sobre la polea. - Motor sobrecargado. - Cargas pesadas. - Desalineamiento del eje y polea. - Ranuras de las poleas desgastadas. - Excesiva vibración de las bandas.	- Reemplace el juego de bandas correctamente. - Se debe re calcular el motor. - Aplique la tensión adecuada. - La alineación del motor es incorrecta. - Las poleas deben ser reemplazadas. - La cubierta y base del motor deben estar fijas. Las bandas deben ser de una sola pieza.
Bandas fuera de sincronía	- Instalación simultánea de bandas nuevas y viejas. - Ranuras en poleas con desgaste disparejo, ángulo de ranura inadecuado da la apariencia de bandas están fuera de sincronía. - Ejes de polea que no están paralelos, apariencia de bandas fuera de sincronía.	- Los juegos de bandas deben ser reemplazados completamente. - Las poleas deben ser reemplazadas. - Las poleas deben ser alineadas.
Bandas rotas	- Golpe de carga. - Cargas pesadas al arrancar. - Bandas montadas sobre las poleas, fuera de ranura. - Objetos extraños en los motores.	- Se debe aplicar la tensión correctamente. Se recomienda revisar el motor. - Se debe aplicar la tensión correctamente. Se recomienda revisar el motor. Puede requerirse de un compensador de arranque. - Los juegos de bandas deben ser reemplazados correctamente. - Se debe proteger el motor con una cubierta.
Las bandas se gastan rápidamente	- Ranuras de la polea desgastadas. - Diámetro de la polea demasiado pequeño. - Bandas fuera de sincronía. - Motor sobrecargado. - Deslizamiento de bandas. - Poleas desalineadas. - Aceite en las bandas o bandas sobrecalentadas.	- Las poleas deben ser reemplazadas. - Se debe re calcular el motor. - Los juegos de bandas deben ser reemplazados con bandas igualadas. - Se debe re calcular el motor. - Se debe aumentar la tensión de las bandas. - Se deben alinear correctamente las poleas. - Se debe eliminar el aceite y ventilar el motor adecuadamente.

Problema	Causa	Solución
Pérdida de aceite	- Alojamiento de los engranes y un apretado inapropiado. - Sello roto. - Sellador insuficiente.	- Apretar el alojamiento de los engranes. - Desensamble del equipo y reemplazo del sello. - Remueva el alojamiento de los engranes.
Desgaste excesivo de cojinetes y engranes	- Lubricación inapropiada. - Excesiva tensión de las bandas. - Acoplamiento sin alinear.	- Corrija el nivel del aceite. Reemplace el aceite sucio. - Revise la tensión de las bandas según este manual. - Revise y de ser necesario vuelva a alinear según manual de mantenimiento.
Falta de volumen de aire	- Las bandas resbalan. - Velocidad demasiado baja. - Obstrucción en las tuberías.	- Revise la tensión de las bandas y ajuste de ser necesario. - Incrementar la velocidad del soplador - Cargue aire hacia la línea obstruida, dejando de alimentar aire hacia otras líneas.
Golpeteo	- Unidad fuera de tiempo. - Engranes desgastados.	- Vuelva a poner a tiempo - Reemplace engranes de tiempo
Temperatura excesiva del soplador	- Exceso o falta de aceite en el alojamiento. - Velocidad de operación muy alta. - Filtro o silenciador tapados.	- Revisar el nivel del aceite, de acuerdo al manual. - Incrementar la velocidad del soplador. - Remueva los obstáculos que provocan la obstrucción o cambie los filtros.
Vibración	- Bandas o acoplamiento desalineado. - Rozamientos en los lóbulos. - Rodamientos y engranes desgastados. - Tornillos del motor o soplador flojos. - Resonancia en la tubería.	- Revise y de ser necesario vuelva a alinear según manual de mantenimiento. - Apague el equipo y comuníquese con personal autorizado. - Reemplazar si es necesario - Revise el montaje y apriete si es necesario. - Revise los soportes de la tubería, revise si hay resonancia cerca del equipo y revisar la base.

7. Pruebas con equipo de laboratorio

7.1. Determinación de la cantidad de lodos en el reactor de aireación

- 1) Extraer una muestra de lodos activos del último reactor, en un cono Imhoff de 1 L (o con una probeta graduada de 1000 ml).
- 2) Deje reposar la muestra durante 30 minutos.
- 3) Tome anotación correspondiente en bitácora de mantenimiento.
- 4) Si el nivel de lodos en la probeta se encuentra entre el 15 y 50%, entonces el nivel de lodos es adecuado.



**Muestra reposada
después de 30 minutos**



Si la muestra rebasa el 50% de lodos y el agua tratada sale de mala calidad:

- 1) Retire lodos al digestor.
- 2) Dos días después se repite nuevamente el estudio, si la cantidad de lodos es mayor a la necesaria el proceso se deberá repetir hasta que se cumplan los valores.

7.2. pH

- 1) Extraiga una muestra de agua tratada con el equipo correspondiente.
- 2) Agregue 5 gotas de PHENOL RED (frasco rojo).
- 3) Verifique la coloración de la reacción.
- 4) Compare la coloración de la reacción con las ya establecidas en equipo de laboratorio. Lave y guarde el equipo.
- 5) Tome nota correspondiente en la bitácora de mantenimiento.

8. Rutina de mantenimiento

Punto de mantenimiento	Diario	Semanal	Mensual	Semestral
Planta de tratamiento				
Verificar el aire en la superficie de los reactores				
Raspado de tolvas (sedimentador)				
Limpieza del vertedor				
Verificar efluente (color)				
Revisión de pintura en tuberías y piezas metálicas				
Revisión del volumen de lodos en los reactores				
Limpieza general				
Tablero de control				
Revisión del tablero eléctrico (planta encendida en automático)				
Revisión de interruptores o temporizadores				

Revisión de terminales eléctricas				
Soplador				
Inspección de tensión y desgaste de las bandas				
Verificar nivel y color de aceite de soplador				
Engrasar soplador				
Limpieza de caseta				
Limpieza de ventilas del motor				
Cambio o limpieza del filtro				
Verificar la alineación de poleas y ajuste de tornillos				
Pretratamiento				
Verificar el funcionamiento de las bombas				
Retirar y desaguar arenas				
Limpieza de las rejillas de desbaste				
Limpieza del desaguador				
Bitácora de mantenimiento				
Llenado y firma de bitácora				