

# PROYECTO PLANTA TRATAMIENTO HOTEL LOS MANDARINOS

Antón, Corregimiento de El Valle – COCLÉ Panamá

## Manual de Operación y mantenimiento

### Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

70 m<sup>3</sup>/día

**Propietario: Hotel Los Mandarin**

Corregimiento de El Valle

Distrito: Antón


Provincia de Coclé

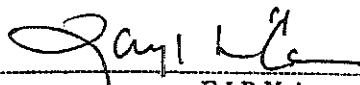
**Durman Esquivel S.A.**

Noviembre 2011

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. PROCESOS DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INFORMACIÓN BÁSICA DE DISEÑO.....</b>	<b>4</b>
2.1. JORNADA DE OPERACIÓN.....	4
2.2. JORNADA DE TRABAJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO (CONTINUA O INTERMITENTE).....	4
2.3. VOLÚMENES DE DISEÑO Y CAPACIDAD DE LA PLANTA EN M <sup>3</sup> /DÍA O M <sup>3</sup> /H.....	4
2.4. CAUDAL PROMEDIO DIARIO EN M <sup>3</sup> /DÍA O M <sup>3</sup> /H.....	4
2.5. CAUDAL MÁXIMO HORARIO EN M <sup>3</sup> /DÍA O M <sup>3</sup> /H.....	4
2.6. TIPO DE AGUA RESIDUAL.....	5
2.7. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL CRUDA.....	5
2.8. CONCENTRACIÓN DE DBO <sub>5</sub> Y DQO DE DISEÑO EN MG O <sub>2</sub> /L.....	5
2.9. CARACTERÍSTICAS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL EFLUENTE DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO.....	5
2.10. PERSONAL.....	6
<b>3. EQUIPO.....</b>	<b>7</b>
<b>4. PUESTA EN MARCHA.....</b>	<b>8</b>
4.1. ARRANQUE DEL SISTEMA AEROBIO.....	9
4.2. ARRANQUE DEL SISTEMA BIOLÓGICO.....	9
<b>5. OPERACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>6. CONTROL OPERACIONAL .....</b>	<b>10</b>
6.1. SEDIMENTADOR PRIMARIO INICIAL. PRIMER TANQUE O COMPARTIMENTO.....	11
6.2. TANQUE DE AIREACIÓN (REACTOR AEROBIO O DE OXIGENACIÓN). SEGUNDO TANQUE O COMPARTIMENTO.....	11
6.3. CLARIFICADOR (SEDIMENTADOR) TERCER TANQUE O COMPARTIMENTO.....	14
6.4. SISTEMA DE DESINFECCIÓN.....	14
6.5. MEDICIONES DE RUTINA.....	18
6.6. OTRAS MEDICIONES DE CALIDAD.....	19
<b>7. POSIBLES PROBLEMAS.....</b>	<b>19</b>
<b>8. MANTENIMIENTO.....</b>	<b>27</b>
<b>9. DESECHOS.....</b>	<b>28</b>
<b>10. REPORTES OPERACIONALES.....</b>	<b>28</b>
<b>11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>29</b>
<b>11) COMPONENTES ELECTRO-MECÁNICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>12) OBSERVACIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 1 ESPECIFICACIONES BOMBAS Y EQUIPOS.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO 2 SINOPSIS DE ACTIVIDADES RECOMENDADAS EN EL MANUAL Y FRECUENCIA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO 3 FORMULARIO MEDICIÓN DE PARÁMETROS.....</b>	<b>35</b>

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
  
F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012  
  
F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## 1. Procesos de tratamiento

La planta de tratamiento para aguas residuales de origen doméstico que el HOTEL LOS MANDARINOS poseerá en sus instalaciones en Antón, Corregimiento de El Valle, situada en Carretera El Ciclo, es una planta de tipo biológico Aerobio, diseñada para tratar la totalidad de las aguas residuales generadas por los huéspedes y empleados del proyecto HOTEL LOS MANDARINOS en un momento de ocupación máxima.

La planta de tratamiento está compuesta por los siguientes procesos o etapas de tratamiento:

- Sedimentador Primario.
- Etapa de Tratamiento biológico Aerobio: reactor de Lodos Activados con Aireación Extendida
- Equipo de Aireación por aspiración de aire: aireador sumergible
- Bombeo de retorno de licor mezclado hacia sedimentador primario, para desnitrificación.
- Etapa de Clarificación Secundaria: sedimentador secundario
- Sistema de bombeo para recirculación interna y extracción de lodos en exceso
- Dosificador de cloro en pastillas
- Tanque de Contacto con cloro
- Caja de muestreo o extracción de muestras.

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
*[Firma]*  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

El Tratamiento Primario se hará en el sedimentador primario, especie de tanque séptico inicial, en el cual se capturan los sólidos gruesos (no biodegradables) antes de que el agua residual entre al tanque o reactor de aireación. Los lodos retenidos en este sedimentador así como los de exceso del tratamiento de lodos activados llevan una digestión anaerobia en este tanque.

La etapa de tratamiento biológico aerobio está formada por un tanque de aireación, con una etapa de clarificación final, luego del tanque de aireación.

El sistema de tratamiento está dotado de una línea para la recirculación interna de lodos, así como para evacuar los lodos en exceso al sedimentador primario.

IANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia N° 2006-012  
*[Firma]*  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

una bomba que retorna el licor mezclado del reactor al sedimentador para lograr la desnitrificación en el proceso.

El diseño de la planta se ha hecho utilizando aireadores de última generación, del tipo sumergido. El sistema de aireación - mediante aspiración de aire - permite altas eficiencias en la transferencia de oxígeno. En este caso, el aire es aspirado por un sistema tipo "Venturi", ubicado en la descarga de una bomba centrífuga sumergida dentro del tanque de aireación, la cual - mediante un apropiado y eficiente sistema - absorbe el aire del exterior mezclándolo y distribuyéndolo dentro de toda la masa de agua. Una ventaja importante de este sistema es la poca producción de ruido, al encontrarse sumergido y contar además con un silenciador en la tubería de aspiración.

El sistema de tratamiento está capacitado para tratar hasta 70 m<sup>3</sup>/d de aguas residuales típicas, un caudal promedio de 0.81 L/s y un caudal máximo horario de 1.62 L/s. La planta puede tratar 21 Kg de materia orgánica - medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) - por día, lo cual equivale a tratar aguas residuales con una concentración media de 300 mg/L de DBO<sub>5</sub>.

## 2. Información básica de diseño

### 2.1. Jornada de operación

La planta de tratamiento trabajará 24 horas por día, durante 7 días a la semana y 52 semanas al año.

### 2.2. Jornada de trabajo de la planta de tratamiento (continua o intermitente)

La planta de tratamiento trabajará en forma continua durante los 365 días del año las 24 horas.

### 2.3. Volúmenes de diseño y capacidad de la planta en m<sup>3</sup>/día o m<sup>3</sup>/h

El sistema de tratamiento ha sido diseñado para tratar hasta 70 m<sup>3</sup> por día (2.92 m<sup>3</sup>/h) con picos hasta de 5.8 m<sup>3</sup> por hora.

### 2.4. Caudal promedio diario en m<sup>3</sup>/día o m<sup>3</sup>/h

El sistema de tratamiento ha sido diseñado para tratar un caudal promedio diario 70 m<sup>3</sup> por día.

### 2.5. Caudal máximo horario en m<sup>3</sup>/día o m<sup>3</sup>/h

El sistema de tratamiento ha sido diseñado para tratar un caudal máximo horario de 5.8 m<sup>3</sup> por hora.

VICTOR M. SANTAMARÍA  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035

Manual de Operación y Mantenimiento

JANINA I. CAMARENA MERCADO

INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012

*[Firma]*

Página 35

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## 2.6. Tipo de agua residual

El agua residual para la cual ha sido diseñada la planta de tratamiento es agua residual doméstica con concentración mediana.

## 2.7. Características del agua residual cruda

Las características del agua residual cruda que será tratada en la planta de tratamiento aparecen en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características de las aguas residuales a tratar

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	500 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	300 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	300 mg/L
Sólidos Sedimentables	10 ml/l
Grasas y aceites	50 mg/L
Tensoactivos que reaccionan al azul de metileno	10 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	6,0 a 9
Temperatura	15 a 35 grados Celsius

## 2.8. Concentración de DBO<sub>5</sub> y DQO de diseño en mg O<sub>2</sub>/L

La concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y demanda química de oxígeno (DQO) utilizadas en el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales es de 300 mg O<sub>2</sub>/L y 500 mg O<sub>2</sub>/L respectivamente.

## 2.9. Características que deberá cumplir el efluente del sistema de tratamiento

Las características del efluente del sistema de tratamiento se encuentran en la Tabla 2 y responden a la Normativa COPANIT No. 35-2000

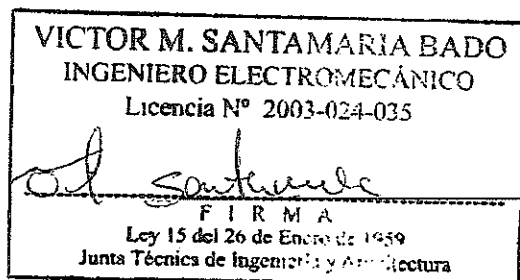
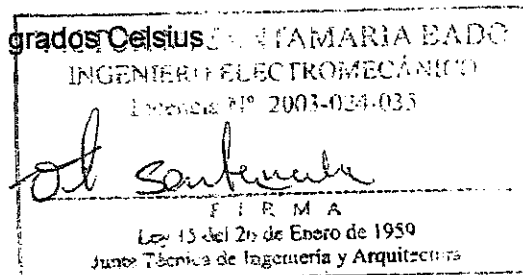


Tabla 2. Características del efluente de la planta de tratamiento

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	100 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	35 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	35 mg/L
Grasas y aceites	30 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	5 a 9
Temperatura	15 a 40 grados Celsius
Sólidos Sedimentables	1ml/ L



## 2.10. Personal

El perfil de la persona encargada de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales debe ser:

Un operador certificado de Plantas de Tratamiento o un Técnico o persona capacitada, con experiencia en operación de Plantas de Tratamiento.

### Competencia General:

Actuar de forma programada sobre los diversos sistemas de una planta de agua y realizar los trabajos de mantenimiento de los equipos, componentes e instalaciones de la misma.

### Unidades de Competencia:

Realizar las operaciones y maniobras de los equipos que integran una planta de agua.

Realizar los trabajos de mantenimiento de los equipos e instalaciones de una planta de agua.

Realizar secuencialmente las maniobras de arranque y parada de la planta, y ajustar los lazos de regulación existentes en el proceso, registrando los valores de acuerdo con la normativa vigente, para asegurar el correcto funcionamiento de la misma.

Preparar los equipos e instalaciones para la puesta en marcha y parada, siguiendo las instrucciones técnicas establecidas.

Comprobar el estado y correcto funcionamiento de los aparatos de instrumentación y control.

Introducir al sistema, una vez alcanzado el régimen de operación, los valores según el plan previsto.

Operar manualmente y de acuerdo con las instrucciones, los elementos no integrados en control automático.

Tomar los valores de las variables como pueden ser Turbiedad, Resistividad, pH, Oxígeno disuelto, Concentración,

Caudales de entrada y salida de planta, Caudales de reactivos,

Niveles en depósitos de almacenamiento, Presiones en equipos, circuitos y recipientes, Temperatura del agua.

Comprobando que las medidas obtenidas se corresponden con la situación de los procesos e informando de las incidencias y desviaciones encontradas.

Actuando sobre los controladores en función de las alteraciones producidas, para mantener los valores establecidos.

Registrando en los soportes adecuados, la evolución de los parámetros comunes y específicos.

### 3. Equipo

Los equipos, herramientas, vehículos, reactivos e implementos necesarios para llevar a cabo las diferentes actividades y procedimientos para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento se detallan en la Tabla 3

**Tabla 3.** Equipo necesario para la operación y mantenimiento de la PTAR

Cantidad	Descripción
1	Utensilio para atrapar sólidos gruesos y material flotante
1	Rastrillo
1	Kit de herramientas
2	Recipientes plásticos de 5 galones
1	Kit de herramientas
1	Sierra para cortar tubería PVC
1	Escoba
1	Escoba tipo cepillo
1	Par de botas de hule
1	Guantes de hule
1	Uniforme tipo overall

**VICTOR M. SANTAMARIA BADO**  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035

FIRMA  
Le del 26 de Enero de 1959

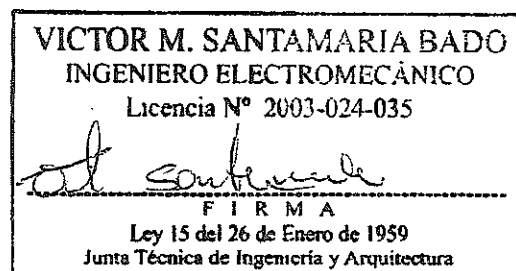
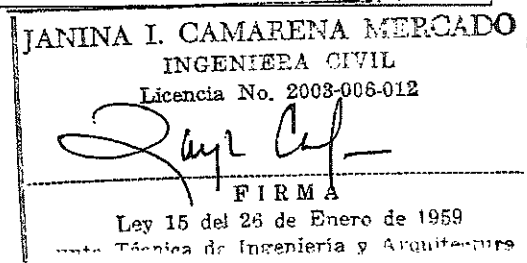
**IANINA I. CAMARENA MERCADO**  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012

FIRMA  
Le del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

1	Mascarilla
1	Botiquín de primeros auxilios
	Detergente
1	Jabón desinfectante
	Bolsas plásticas
1	Cepillo de plástico
2	Conos Imhoff con base
1	Medidor de Ph
1	Manguera
1	Pistola de presión
1	Machete
1	Pala
1	Azadón

#### Equipamiento Mínimo para pruebas

- 2 conos Imhoff como mínimo
- 2 beakers plásticos
- 2 baldes de 5 galones
- 1 cronómetro
- 1 Medidor de pH
- 1 termómetro
- 1 Cinta métrica



#### 4. Puesta en marcha

El arranque del sistema de tratamiento de aguas residuales será llevado a cabo de manera simultánea, el Sedimentador Primario, el Tanque de Aireación y el Clarificador final. Se parte del supuesto de que los tanques están llenos con agua limpia, fruto de las pruebas de estanqueidad (o hidrostáticas) previas a su puesta en funcionamiento.



#### 4.1 Arranque del Sistema Aerobio

Inicialmente, se pondrá en funcionamiento el equipo de aireación. La generación de burbujas finas y medianas de aire, dirigidas hacia el centro del tanque de aireación, denotará un sentido de giro apropiado del equipo y su adecuado funcionamiento. Durante esta etapa, se verificará el estado de los diferentes elementos que lo componen, así como su desempeño. Se observará, y registrará, entre otros, lo siguiente:

- Ausencia de ruidos extraños
- Ausencia de vibración en la estructura de entrada de aire
- Producción de burbujas en toda la superficie del tanque de aireación.
- Amperaje tomado por el motor de la bomba del aireador

Una vez esté verificado el estado y la correcta operación del aireador se procederá a alimentar la planta de tratamiento desde el Tratamiento Primario.


#### 4.2 Arranque del Sistema Biológico

El procedimiento de arranque de un sistema biológico está basado en el aumento "gradual" de la población microbiana existente en un momento dado dentro del sistema, con el fin de poder alcanzar las cargas orgánicas de diseño que pueden aplicarse al mismo. El procedimiento de arranque estará bien encaminado si es posible, a través del tiempo, aumentar paulatinamente la cantidad de material orgánico que entra al sistema, sin pérdida de eficiencia en la conversión de materia orgánica (sin observar un deterioro en la calidad del agua de salida del Clarificador Secundario) ni la aparición de olores molestos dentro del sistema.


Es conveniente que tanto el Aireador como la bomba de recirculación interna de lodos están operando adecuadamente. Antes de iniciar la alimentación al sistema de tratamiento, se debe encender la bomba de recirculación de lodos desde el Clarificador hacia el Tanque de Aireación. Esta bomba de recirculación deberá operarse de manera continua.

Se deberá revisar y registrar el caudal de agua que está pasando a través de la planta de tratamiento, el cual se mide en el Vertedero a la salida de la planta así como la

tasa de recirculación interna de lodos, medida volumétricamente.

VICTOR M. SANTANA BARRAGÁN  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
  
Ley 1  
Enero de 1959

Manual de Operación y Mantenimiento

JANINA I. CAMARENA MERCAJ  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

Normalmente solo será necesario purgar (evacuar) lodos del tanque de aireación, luego de varios meses de operación. Esto se hará una vez que la concentración de sólidos suspendidos totales (SST), medidos de manera indirecta en el cono de sedimentación (o cono Imhoff), alcancen un valor de 400 ml por litro, en un lapso de una hora.

Es posible que durante la Puesta en Operación se observe la presencia de espuma blanca. Esta espuma desaparecerá gradualmente a medida que el sistema va alcanzando la madurez del sistema y se va desarrollando la masa de microorganismos dentro del mismo. La presencia de biomasa activa se detecta por una coloración café oscura dentro del Tanque de Aireación.

## 5. Operación

- Bajo condiciones normales de operación, el agua residual llegará por gravedad hasta el tanque sedimentador primario, luego al reactor de aireación.
- Posteriormente llega al Clarificador Secundario.
- Luego el efluente sale del sistema a través de la caja final de muestreo y el vertedero triangular, desde donde abandona definitivamente el sistema de tratamiento hacia el alcantarillado sanitario público.

En operación normal, y una vez se alcancen los niveles deseados de lodos (biomasa) dentro del Tanque de Aireación, se deberá proceder a purgar lodos del sistema cada dos semanas (su frecuencia variará de acuerdo con el grado de ocupación del complejo hotelero), a través de las válvulas correspondientes, hacia el sedimentador primario.

La purga de lodos deberá de hacerse de acuerdo con el inventario de lodos (cantidad) dentro del Tanque de Aireación. Se deberá tener cuidado especial de no retirar lodos en exceso pues de hacerlo se afecta adversamente el desempeño del sistema.

## 6. Control operacional

Las rutinas de control normal estarán centradas en vigilar la correcta operación de los equipos de aireación así como de retorno interno de lodos. Más adelante se

VICTOR M. SANTAMARÍA BADO  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035

*[Firma]*

Lc R M A  
26 de Enero de 1959

Manual de Operación y Mantenimiento

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL

Licencia No. 2003-006-012

*[Firma]*

Página 10 de 35  
F I R M A

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

describen las rutinas de análisis que se deben implementar diariamente y que indicarán al operador el grado de desempeño del sistema.

### 6.1. Sedimentador Primario Inicial. Primer tanque o compartimento.

Su función es atrapar los sólidos gruesos, tales como plásticos, toallas sanitarias, grasas y otros materiales flotantes en general. Se debe hacer limpiezas similar a la que se da los tanques sépticos con la frecuencia requerida, al menos una vez cada año.


Estos lodos deben ser retirados con camiones cisterna, y llevados a una Planta de Tratamiento con permiso de funcionamiento al día.

De ninguna manera pueden disponerse en otro sitio, sin su debido tratamiento. El propietario se compromete a darle una disposición adecuada de estos lodos hacia un sistema de tratamiento aprobado.

### 6.2. Tanque de Aireación (Reactor Aerobio o de Oxigenación). Segundo tanque o compartimento.

Es el tanque donde se logra la incorporación del oxígeno desde el aire hacia el agua, de forma que los microorganismos Aerobios puedan utilizar y degradar la materia orgánica, convirtiéndola en nuevos microorganismos y en gases de respiración (gas carbónico y agua) sin que se presenten problemas de olores. El período de retención hidráulico (HRT) global de **18.5 horas** garantiza un constante contacto del oxígeno del aire con los microorganismos Aerobios encargados del proceso de depuración, a la vez que - con el movimiento interno generado por el equipo aireador - se mantendrá la mezcla y homogenización de toda la masa contenida dentro del tanque de aireación. La materia orgánica fresca (en forma disuelta y coloidal) se mezcla con los lodos previamente activados (microorganismos Aerobios) que se reproducen dentro del tanque de aireación y se almacenan en la parte baja del Sedimentador, promoviéndose así una mayor velocidad de reacción. La recirculación de estos lodos desde el Sedimentador Secundario hacia el Tanque de Aireación, generalmente varía

del 15 al 100%, con respecto al flujo de entrada, pero la cantidad exacta se

VICTOR M. SANTANA  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
  
FIRMA  
Ley 15 de 26 de Enero de 1959

determinará y variará de acuerdo con las características encontradas tanto en las aguas de entrada como de salida de la planta.

Como parte de la Operación de la Planta, se debe medir la cantidad de lodo o biomasa presente en el Tanque de Aireación, con el fin de asegurar que hay una buena cantidad de lodos para el proceso de tratamiento. Esto se hace en la práctica mediante el muestreo de lodos y su medición dentro de un cono Inhoff. Se toma un volumen de 1 litro del licor presente en el Tanque de aireación, se deja sedimentar libremente por espacio de una hora, y se hace la lectura del volumen de lodos sedimentados en ml por hora. Este valor debe mantenerse cercano a los 400 ml. Si el valor disminuye, se debe aumentar la tasa de recirculación interna de lodos y evitar la purga de lodos. Si el valor aumenta, se deberá evacuar un poco de lodos hacia el digestor. Se advierte que la medición de los sólidos sedimentables en el cono Inhoff es una medida indirecta que da idea de la cantidad de biomasa, pero que no sustituye el análisis de sólidos volátiles que debe hacerse en el laboratorio esporádicamente y el cual si es una medida más exacta de la biomasa.

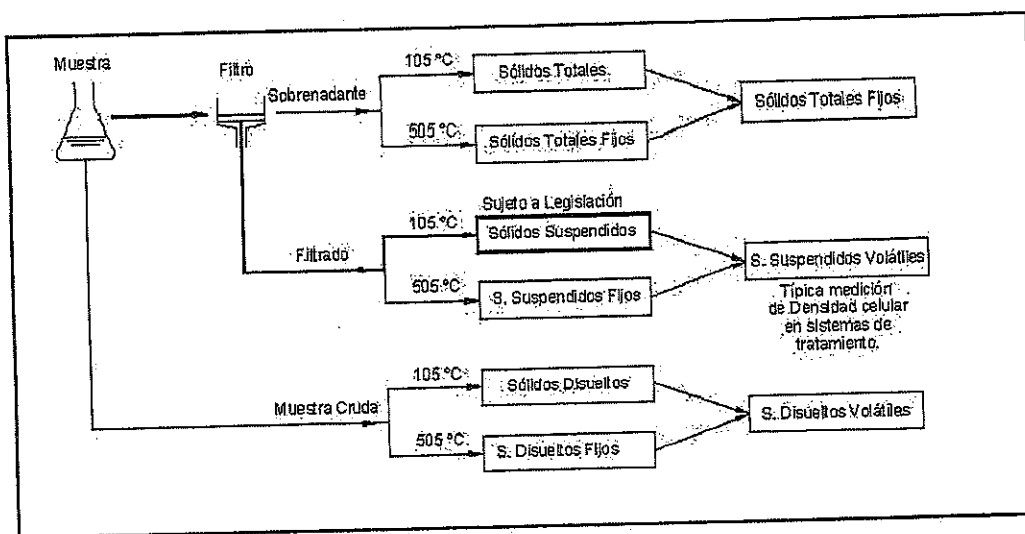
La siguiente figura resume la nomenclatura y el método experimental de medición. Se observa que la ley regula los "Sólidos Suspendidos" y que éstos deben medirse secando (a 105 °C) un filtro pre pesado, para obtener el peso (por unidad de volumen) de sólidos retenidos en el filtro en cuestión. El filtro debe especificarse en las normas, con valores comunes entre 0,45 a 1,5 micrones. Sin embargo, existen otros posibles resultados; en particular, los sólidos suspendidos volátiles son una útil medición del contenido de orgánicos corpusculares, porque será sólo ese material el que puede volatilizarse al llevar a la combustión el material a 505°C; si se considera que estos materiales provienen de una muestra en que crecen células, entonces éste parámetro resulta útil para medir biomasa.

El aspecto del agua clarificada en el cono Inhoff y de la compactación del lodo sedimentado es una buena pista para saber si el sistema está trabajando en una forma saludable. El agua sobrenadante debe ser clara, libre de turbiedad y el lodo no debe verse esponjoso, si no compacto en el fondo

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECHANICO  
Licencia N° 2003-024-035



Lev 15 del 26 de Enero de 1959



Una manera de medir que tan sedimentable es el lodo es calcular el índice volumétrico de lodos.

### DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE VOLUMÉTRICO DE LODOS (SVI)

Índice Volumétrico de Lodos: Volumen en ml ocupado por 1 g del licor mezclado del tanque de aireación después de 30 minutos de decantación.

Homogenizar la muestra, pesar un 1 ml de muestra, llevar a 105°C por 1 hora, enfriar a temperatura ambiente en un desecador, y volver a pesar. Por diferencia calcular peso seco. Expresarlo en mg/ L de licor mezclado

Homogenizar la muestra, tomar 1litro, colocar en un cilindro graduado, decantar por 30 min. Pasado el tiempo, medir el volumen (en ml) ocupado por el material decantado. Expresar como ml/L

Con estos datos se calcula el SVI:

$$SVI \text{ (ml/g)} = \frac{\text{Volumen decantado después de 30 min (ml)} \times 1000}{\text{Concentración de sólidos totales del licor mezclado (mg/L)}}$$

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Un lodo activo con un índice volumétrico de fango (IVF) mayor que 150 ml/g puede ser clasificado como un fango filamentosos.

Lo ideal es que le SVI esté entre 40 y 140 para que haya buen sedimentabilidad. No obstante valores muy bajos también pueden presentar sobrenadantes turbios.

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
Licencia N° 2003-024-035

El equipo está diseñado para manejar sólidos de tamaño importante, que de por sí no deben estar presentes en las aguas del reactor. Es necesario el cambio de aceite de la bomba del equipo aireador cada 8,000 horas de operación (aproximadamente una vez por año).

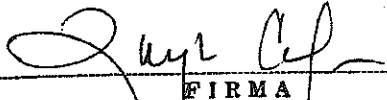
### 6.3. Clarificador (Sedimentador) Tercer tanque o compartimento.


En esta unidad se da el proceso de separación de los microorganismos que abandonan el Tanque de Aireación anterior, mediante su propio peso. También se conoce como proceso de clarificación del agua. La bomba sumergible instalada en el Pozo de Bombeo de Lodos, re-circula o envía nuevamente los lodos al Tanque de Aireación y al Sedimentador Primario, con el fin de mantener la concentración y actividad adecuadas de los microorganismos dentro del sistema de tratamiento. Una vez que se ha alcanzado la concentración ideal de biomasa para el sistema, se deberán enviar parte de los lodos hacia el Digestor de Lodos.

La canoa de salida para recolectar el agua clarificada debe permanecer siempre nivelada de forma tal que ingrese agua en forma pareja. Se debe de estar vigilando el funcionamiento de la bomba de recirculación de lodos, la cual debe operar de manera permanente. Cuando se detecte poco lodo dentro del tanque de aireación se debe suspender la purga de lodos y tratar de mantener al máximo la recirculación de lodos. Cuando se note exceso de lodos dentro del reactor de aireación se debe desviar (purgar) los lodos al sedimentador primario por medio de las válvulas dispuestas para este fin. Los lodos terminan de digerirse anaeróbicamente en este tanque o primer compartimento. Se debe hacer limpieza y extracción de ~~estos tanques al menos una~~ vez al año.

### 6.4. Sistema de desinfección

Dado que el sistema de tratamiento re utilizará el agua para riego es imprescindible contar con un sistema de desinfección final para el efluente de acuerdo con la

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012  
  
F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
  
F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

normativa existente. Es por este motivo que se propone un clorador mediante dosificación de cloro sólido en línea. (Pastillas de cloro)

El método más confiable en el mundo entero para la desinfección de agua y aguas servidas es la cloración. Este método se introdujo en forma comercial en 1908, y desde que se conoce, brinda un sistema óptimo de protección residual en sistemas de distribución.

El manejo de gas cloro ha presentado problemas de seguridad, por lo cual la aplicación de  $Cl_2$  ha declinado. Al mismo tiempo otras formas de aplicación de cloro líquido y tecnologías más recientes, como la luz ultravioleta y el ozono, continúan prometiendo formas más seguras de desinfección de agua y aguas servidas.

Pese a ello, la cloración sigue siendo por mucho el método más efectivo, confiable y económico usado en el mundo entero hace más de 50 años.

Se recomienda dosificar una cantidad de 7 a 10 mg/l, al efluente de la Planta de tratamiento con el fin de desinfectar adecuadamente estas aguas y poder tener un residual de cloro a la salida del tanque de contacto. Si tomamos en cuenta un volumen diario de 5 m<sup>3</sup> entonces, trabajando con el máximo de 10 mg/l necesitaríamos 0.05 Kg de Cloro por día al 100%. Esta dosificación varía según sea la concentración de cloro en las pastillas que se usen.

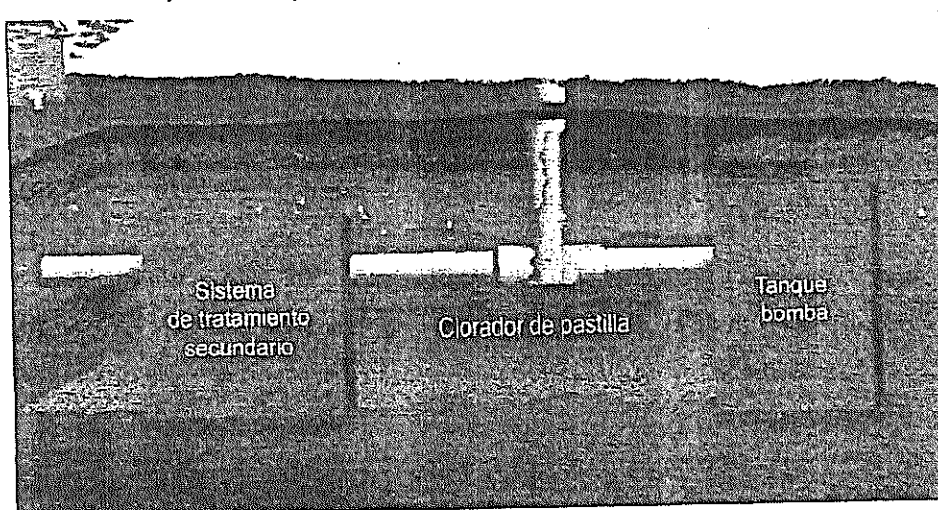


Figura 1: La manera más común de desinfectar los sistemas individuales es la cloración con pastilla.

Como se dijo, las aguas negras rociadas al césped deben desinfectarse primero para evitar malos olores y eliminar microorganismos que causan enfermedades. Las aguas negras pueden desinfectarse con cloro, ozono y rayos ultravioletas. La manera más

común de desinfectar los sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras es la cloración con pastilla.

Los doradores de pastilla por lo general tienen cuatro componentes:

1. / Las pastillas de cloro.
2. / Un tubo que sostiene las pastillas.
3. / Un dispositivo de contacto que poste a las pastillas de cloro en contacto con las aguas negras.
4. / Un tanque de almacenamiento, por lo general un tanque bomba, donde las aguas negras se almacenan antes de que sean distribuidas.

Antes de ser tratadas con cloro, las aguas negras son tratadas por un tratamiento secundario, aeróbico. Las aguas negras pasan del dispositivo de tratamiento por un tubo hacia el dispositivo de contacto.

El dispositivo de contacto por lo general tiene una depósito donde se coloca el tubo que contiene de pastillas de cloro. La pastilla en el fondo del tubo está en contacto con las aguas negras que corren por el depósito. A medida que la pastilla se disuelve y/o se erosiona, la pastilla que se encuentra arriba se cae por gravedad para reemplazarla.

Una pastilla se puede disolver rápida o lentamente, según la cantidad de aguas negras con la que tenga contacto y la duración del contacto. Se debe alcanzar un punto de equilibrio en cuanto al tiempo de contacto en el depósito del dorador: mucho tiempo de contacto causa que las aguas negras sean tratadas con cloro más de lo debido y que las pastillas se disuelvan rápidamente; muy poco tiempo de contacto causa que las aguas negras no sean doradas lo suficiente.

Se deben usar solamente las pastillas de cloro que estén aprobadas para usarse con aguas negras. Las pastillas son de hipoclorito cálcico, un blanqueador común de la casa. Estas pastillas se disuelven en las aguas negras y sueltan el hipoclorito que se convierte en ácido hipocloroso, el desinfectante principal.

No utilice pastillas de cloro de albercas. Muchas veces son de ácido tricloroisocianúrico que no está aprobado para usarse en los sistemas de tratamiento de aguas negras. Estas pastillas emiten el cloro muy lentamente para que pueda ser eficaz. Si se mojan una y otra vez, también podrían producir cloruro de nitrógeno, lo

que puede explotar.

VICTOR M. SANTAMARÍA BADO  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO

Licencia N° 2003-024-035

F I R M A

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



No combine las pastillas de ácido tricloroisocianúrico con las de hipoclorito cálcico porque la combinación forma el compuesto explosivo cloruro de nitrógeno. Lea la lista de ingredientes activos en la etiqueta de la pastilla para asegurarse de que esté usando hipoclorito cálcico.

Puesto que las pastillas de cloro son cáusticas, debe manipularlas con cuidado. Póngase guantes para proteger la piel del contacto directo con las pastillas. Las pastillas húmedas son las más cáusticas; manipúlelas con cuidado especial.

Además, puesto que el contenedor de las pastillas guarda gas de cloro, debe abrirlo en un lugar bien ventilado.

El gas de cloro puede escaparse de las pastillas y del contenedor reduciendo la eficacia de las pastillas y posiblemente corroyendo los productos de metal cerca del contenedor.

Después de ser tratadas con cloro las aguas negras entran al tanque de agua tratada donde termina el proceso de desinfección mediante un tiempo de contacto mayor o igual a 30 minutos. En este punto las aguas negras se llaman aguas recuperadas. Las aguas recuperadas deben tener por lo menos 0.2 miligramos de cloro por litro de aguas negras o que no tengan más de 1000 coliformes fecales (bacteria del excremento) por 100 mililitros de aguas negras.

Una manera fácil de determinar la concentración de cloro en el agua recuperada es usando un equipo de prueba de cloro. Se puede adquirir en las tiendas que venden productos para las albercas.

Los equipos más adecuados requieren que usted mezcle una pequeña cantidad de agua recuperada con una solución y que compare el color de la mezcla con los colores que vienen en el equipo. Los equipos que utilizan tiras de papel tal vez no sean los más adecuados porque no determinan la concentración actual de cloro en el agua.

Por lo general si la prueba detecta algo de cloro, las aguas negras contienen menos de 200 coliformes fecales por cada 100 mililitros. Pero esto no garantiza que esté libre de organismos que causan enfermedades. Para reducir el riesgo de organismos que causen enfermedades, las aguas negras deben tener por lo menos 0.2 miligramos de cloro por litro.

#### **Cómo mantener el sistema funcionando**

En el proyecto se instalará un clorador de pastillas marca Norweco modelo 2000.

VICTOR M. SANTANA  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

Licencia N° 2003-024-035

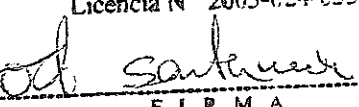
FIRMA

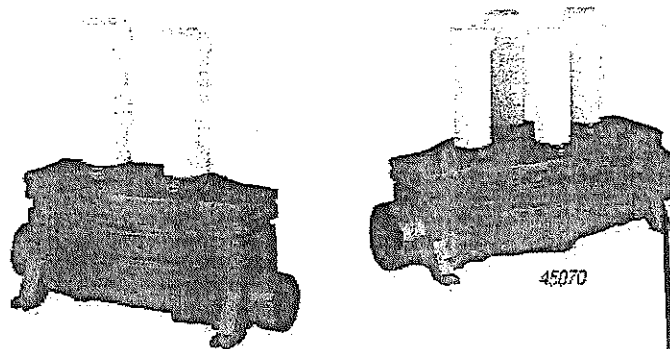
1 de 15 del 76 de Enero de 1999

Se propone un sistema Norweco o similar, modelo 2000, de 4" de diámetro, para la dosificación del cloro a las aguas residuales. El mismo como se explicó tiene un dispositivo que disminuye y aumenta el contacto del agua con las pastillas para que de ese modo se gradúe la dosificación, y que se tenga el residual de diseño a la salida del Tanque de Contacto.

Es el sistema más seguro, comparado con sus alternativas, Cloro Gas, Cloro Líquido, Granulado.

Model	Inlet/outlet	Min Flow	Design Flow	Max Flow	# of Tubes
2000	4"	200	20,000	100,000	2
4000	6"	20,000	50,000	200,000	4

**CTOR M. SANTAMARIA E. S.**  
**INGENIERO ELECTROMECÁNICO**  
 Licencia N° 2003-024-035  
  
**FIRMA**  
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



**JANINA I. CAMARENA MERO**  
**INGENIERA CIVIL**  
 Licencia No. 2003-006-012

**FIRMA**  
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

### 6.5. Mediciones de Rutina

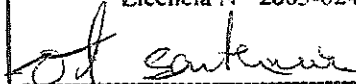
Dentro de los análisis mínimos de rutina (diarios) que deben realizarse para vigilar el correcto desempeño del sistema de tratamiento están:

- pH
- Temperatura
- Sólidos Sedimentables en el Tanque de Aireación (ml por L, por hora)
- Caudal de entrada a la planta, lo cual se puede hacer de manera volumétrica.

Estos análisis deben realizarse al menos una vez al mes, pero se recomienda realizarlos diariamente o, en su defecto, semanalmente.

Los análisis deben practicarse a diferentes horas del día, por ejemplo, el primer día a las 07:00 am; el segundo día a las 08:00 am, el tercer día a las 09:00 am, y así sucesivamente. De esta forma se puede obtener - en el tiempo - un perfil del comportamiento global del sistema a diferentes horas del día.

VICTOR M. SANTANA TABADO  
INGENIERO ELECTROMECHANICO  
Licencia N° 2003-024-035



F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## 6.6. Otras Mediciones de Calidad

Al menos cada seis meses, es necesario realizar análisis de calidad del agua tratada. Para ello se debe acudir a un laboratorio debidamente acreditado. Los análisis a realizar incluyen la Demanda Química de Oxígeno, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días,  $\text{DBO}_5$ , los Sólidos Suspendidos Totales, SST, los sólidos sedimentables, grasas y aceites, temperatura y el pH de salida del agua, así como cualquier otro establecido por las regulaciones ambientales del país. Ver Tabla 2.

## 7. Posibles problemas

La operación de la PTAR puede interrumpirse en cualquier momento, total o parcialmente, por razones ajenas al sistema. Si llegare a apagarse el sistema de aireación del Tanque Aerobio, este quedará convertido en un tanque de sedimentación. Sin embargo, el elevado tiempo de retención hidráulico hará que se presenten allí condiciones anaerobias (sépticas), si no se remueven rápidamente los sólidos (materia orgánica) decantados. No obstante se puede instalar un equipo de energía alterna para que los equipos puedan seguir funcionando, aún en casos de corte de la energía eléctrica.

Estos son caso muy poco probables en Panamá que goza de un sistema eléctrico muy confiable, donde normalmente no se presentan cortes tan prolongados, no obstante como se dijo el sistema puede seguir operando si se instala una fuente de energía auxiliar para estos casos.

En caso que se presenten lodos sobrenadantes en exceso, del tipo liviano por presencia de bacterias filamentosas, se debe recircular los lodos con mayor intensidad al Sedimentador primario, además de retirar todo lo que sea posible por medios manuales (pascones). Con estas medidas en pocos días desaparecerá el fenómeno.

La planta ha sido diseñada para permitir su operación aun en casos de mantenimiento de las unidades o durante reparaciones de emergencia, ya que por el tipo de equipos que lleva el sistema, nunca será necesario el vaciado de la Planta, ni hacer ningún

by-pass, pues su reparación es mediante extracción manual del equipo (izado). Por otro lado las labores de limpieza de rejillas, canoas y flotantes se hacen estando la Planta en Operación sin problema.

La planta es diseñada para manejar un caudal promedio, con capacidad para manejar un caudal pico sostenido durante una hora. El operador debe de conocer cuáles son esos valores. Pero en especial, hay que tener de NO exceder el caudal pico de diseño pues si lo hace - casi por seguro - que perderá el lodo del sistema: el alto flujo lo sacará del sistema. Así es que se deba revisar muy bien, el caudal de entrada de forma que se obtenga un caudal similar al de diseño.

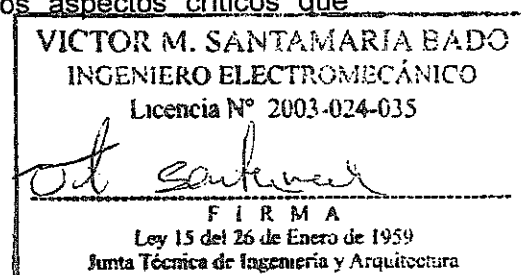
En el proceso biológico, hay que tener presente ciertos aspectos críticos que considerar.

#### En el caso del sistema aerobio (Lodos Activados)

Observar con toda atención:

- ¿Se observa basura en el Tanque de Aireación? Limpiarlo constantemente
- ¿Está el aireador mezclando y oxigenando apropiadamente el tanque? Revisar este aspecto
- ¿Se observa que se mezcla todo el contenido del Tanque de Aireación? Hay zonas muertas, reubicar dirección de flujo de aireadores.
- ¿El color del Tanque de Aireación es café (marrón) oscuro?... Un color muy pálido denota baja concentración de lodos; un color casi negro denota mucha biomasa (lodos) o muy poca capacidad de aireación.
- ¿Se mide la concentración de Oxígeno Disuelto en el Tanque de Aireación?... El valor ideal es entre 0.5 y 2 mg/L. Una lectura más alta significa que el equipo de aireación tiene más capacidad de la requerida por lo que se pueden apagar parcialmente algunas unidades.

Una lectura baja de oxígeno disuelto significa PROBLEMAS. Hay que buscar la causa. El aireador puede estar obstruido con algún sólido: pare el equipo y hágalo girar en sentido contrario (busque un electricista que le ayude en esta labor). Luego, vuelva a ponerlo en el sentido de giro apropiado. Si no se observa una mejora en la



aireación y mezcla del tanque entonces la bomba requiere servicio: su impulsor se pudo haber desgastado, el motor pudo haber dejado de funcionar apropiadamente (con el número de fases requeridas), etc. Llame a mantenimiento de bombas y pida que retire el equipo para su inspección. También es posible que a través de la tubería de aspiración de aire haya entrado “accidentalmente” algún sólido (en especial latas de cerveza o bebidas refrescantes) lo cual impide la entrada de aire. Revise este aspecto antes de enviar la bomba al taller.

Si no se mide de manera regular la concentración de Oxígeno Disuelto en el Tanque de Aireación – por parte del operador – entonces trate de lograr que se mida – al menos - una vez al mes o cada que el laboratorio externo toma muestras de agua tratada para el reporte operacional del sistema. Es importante que la medición se haga en varios puntos del Tanque de Aireación.

Como ya se dijo, otro aspecto importante a considerar es la presencia de espumas en el Tanque de Aireación. Es normal una espuma que cubre hasta un 25% de la superficie del tanque. Observar con atención:

¿De qué color es la espuma?... Blanca, marrón, negra..

La espuma blanca se presenta al inicio del proceso (recién se pone en funcionamiento la planta de tratamiento) y es normal que se presente de forma abundante. Esta espuma debe desaparecer rápidamente cuando la cantidad de lodos (población microbiana) aumente. No permita que se salga del tanque. Rocíela con agua para destruirla. De ser muy grave el problema, coloque aspersores de agua de manera continua. Los puede retirar posteriormente cuando la planta alcance su madurez.

La espuma marrón es normal si solo cubre una parte del Tanque de Aireación. Se debe normalmente a la presencia de Nocardia (un tipo de bacteria filamentosas) o de hongos cuando el pH del tanque de aireación está por debajo de 6.0 unidades. No se debe alarmar por ella pero evite que se seque y forme costras desagradables a la vista. Remuévala periódicamente y llévela al sistema de manejo de lodos.

Entre la comunidad biológica que forma la biomasa que degrada la materia orgánica presente en el agua residual, existe un grupo de bacterias llamadas filamentosas. Las

mismas, poseen la propiedad de expandirse (por falta de alimentación o ante la

presencia de otra condición no óptima en el ambiente donde se encuentran) para poseer mayor superficie para obtener el material soluble a depurar. Esto hace que dichas especies adquieran mayor flotabilidad pero que a la vez pierdan sedimentabilidad.

Si la cantidad de organismos filamentosos presentes es elevada, podemos encontrarnos con dos tipos de problemas biológicos:

### **Esponjamiento filamentoso o bulking**

Se produce debido al crecimiento excesivo de bacterias filamentosas, que hace que las mismas interfieren en la compactación del flóculo en el decantador secundario, provocando problemas de sedimentación, ya que las mismas forman entramados, flotando en la superficie. Por este motivo, resulta primordial, analizar la muestra, a través de la observación microscópica, como método de detección de estos microorganismos.

Este inconveniente puede ser debido a:

#### **Problemas del afluente**

Provocado por desbalance de nutrientes, concentración inadecuada de oxígeno, aparición de moléculas complejas que podrían ser tóxicas, presencia de material, entre otros factores

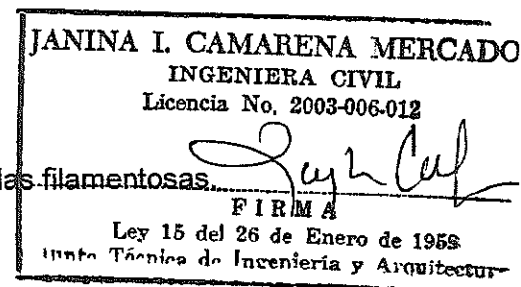
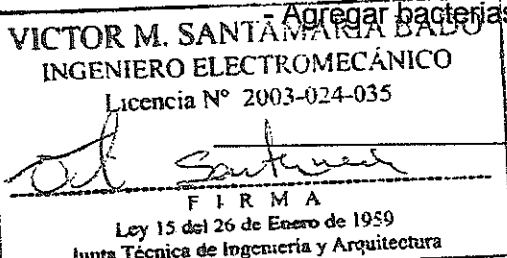
#### **Problemas Operativos**

Debido a inapropiada recirculación, formación de zonas sépticas, incorrecta concentración de oxígeno, o cualquier otro inconveniente causado por la persona encargada de operar la planta.

Los métodos que se pueden aplicar para solucionar las dificultades ocasionadas por la presencia de bulking son los siguientes:

#### **Biológicos**

- Agregar bacterias comerciales que compitan y degraden a las filamentosas.



-Adicionar a los otros microorganismos presentes en el agua a tratar, potenciadores de crecimiento, como por ejemplo, ácido fólico, ya que las bacterias filamentosas no lo aprovechan de manera apropiada.

### **Mecánicos**

- Airear
- Recircular
- Eliminar zonas muertas

### **Químicos**

- Colocar microbicidas (por ejemplo Cloro) para eliminar a los microorganismos en cuestión
- Ajustar los nutrientes
- Efectuar los procesos de coagulación y floculación en la salida del sedimentador secundario

### **Espumamiento biológico o Foaming:**

Se produce debido a que los microorganismos filamentosos originan una espesa espuma coloreada (en colores del blanco al marrón) y en muchos casos, abundantes flotantes, que hacen que el barro no sedimente.

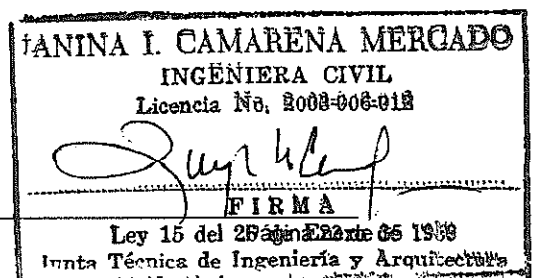
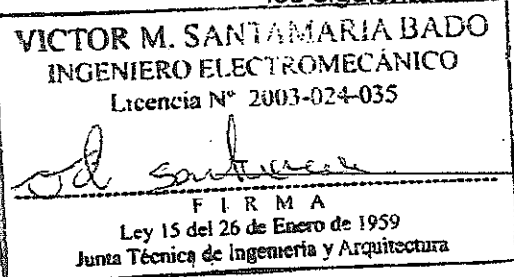
Generalmente se debe a la presencia de Nocardias y Gordonas , dos organismos filamentosos. Por este motivo, al igual que en el caso de bulking, es muy importante mandar a analizar la muestra para saber las especies existentes en el efluente, y, en base a los resultados corregir dicho inconveniente.

En la mayoría de los casos el espumamiento se debe a :

#### **Problemas Operativos**

Debido a la aplicación de aireación incorrecta o excesiva que hace que las microburbujas generen espumas.

Los métodos que se pueden utilizar, en este caso, para solucionar dicha dificultad, son los siguientes:

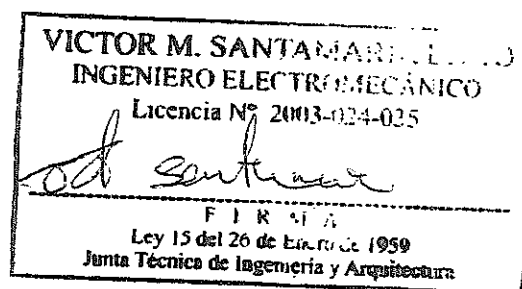


### ***Biológicos***

-Adicionar a los otros microorganismos presentes en el agua a tratar, potenciadores de crecimiento, como por ejemplo, el ácido fólico, ya que las bacterias filamentosas no lo aprovechan bien.

### ***Mecánicos***

- Disminuir la aireación
- Incorporar lluvia con inyección de aire y antiespumante.
- Recircular



### ***Químicos***

-Colocar microbicidas (por ejemplo Cloro) para eliminar a los microorganismos que causan problemas.

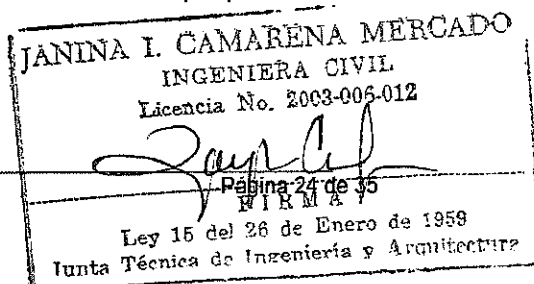
El operador debe tener las herramientas apropiadas para remover y manipular estas espumas.

Ahora bien, si la espuma es negra (oscura) muy seguramente el Tanque de Aireación tiene deficiencia de oxígeno bien (1) porque el equipo de aireación tiene problemas o bien (2) porque la cantidad de lodos es muy alta. Si no se corrige rápidamente, pronto habrá problemas de olores. Así es: la planta de tratamiento olerá mal a pesar de tratarse de un sistema aerobio.

Hay que estar midiendo la cantidad de lodos en el tanque de aireación frecuentemente.

Se debe dejar registrado (anotado, por escrito, en alguna parte) el resultado.

La manera rápida de estimar la cantidad de lodos en el tanque de aireación es mediante la prueba de sedimentación en el Cono Imhoff: se toma una muestra de un litro y se deja sedimentar por una hora. En una hora se mide (y se registra) el volumen de lodos sedimentados. Un valor entre 400 y 600 ml es apropiado. Sin embargo, este resultado es solo un indicador aproximado.





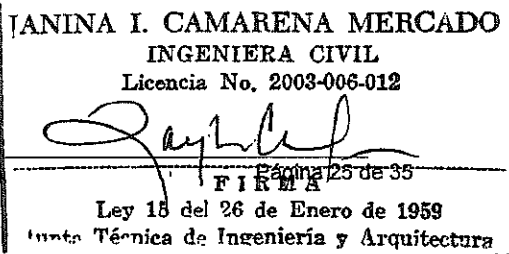
Es conveniente que se mida una vez al mes, o cada que el laboratorio externo toma muestras de agua tratada para el reporte operacional del sistema, la concentración de sólidos suspendidos volátiles (SSV). Es importante que para la medición se tomen muestras de varios puntos del Tanque de Aireación y se mezclen antes de su análisis en el laboratorio. La concentración de SSV debe estar entre 2,000 y 4,000 mg/L. Si es mayor, indica que se debe incrementar la purga de lodos del sistema. Si es menor, se debe disminuir la purga de lodos.

Aprovechando esa medición, debe medirse también el pH del Tanque de Aireación. Este chequeo sirve como control de que la medición diaria de pH (Usted ya sabía que se debía de hacer, ¿verdad?) usando cinta indicadora es apropiada. El pH del tanque de aireación debe ser cercano a 7.5 unidades. Deben tomarse medidas correctivas de inmediato si el pH baja de 6.0. Si se permite que el pH del Tanque baje por debajo de 6.0 tendrá un crecimiento acelerado de hongos (filamentosos) y perderá toda la biomasa del sistema. En ese caso, use cal agrícola (agregando poco a poco al tanque de aireación) para corregir el pH.

### En el Clarificador Secundario o Clarificador Final:

Hay que observar con mucha atención el paso del agua del Tanque de Aireación al Clarificador Final. Este paso debe hacer por la parte de abajo para que las espumas queden atrapadas en el Tanque de Aireación en lugar de pasar al Clarificador. Dicho de otra forma, debe existir una trampa de flotantes en la comunicación entre estas dos unidades.

El Clarificador Final es una de las unidades más críticas en el sistema de Lodos Activados. Es la que permite obtener un agua clarificada, y además de ello separar y retornar los lodos – de nuevo - hacia el Tanque de Aireación. No solo se requiere que el agua esté clarificada: es igualmente importante lograr que los lodos se concentren en un punto desde el cual se puedan retornar al Tanque de Aireación. Si esto no sucede, parte de los lodos quedan atrapados en el clarificador, adquieren condiciones anaerobias, y finalmente flotan en el clarificador dañando totalmente el proceso



Para lograr que el clarificador funcione apropiadamente se requiere que el agua salga por las canaletas de recolección de agua de manera UNIFORME. No se vale que un lado de la canaleta recolecte más agua que el otro. Ni se vale que una canaleta recolecte más agua que la otra. Tampoco se vale que una parte de la canaleta capte más agua que el resto de la misma. En una simple palabra, las canaletas deben estar perfectamente niveladas: cada una de ellas y todas ellas entre sí (en el caso de que existan varias canaletas).

Aunque la canaleta esté bien nivelada, es normal que se presente crecimiento biológico (lama, película de algas, etc.) en algunas partes de ella, lo cual impide que el agua desborde en esos puntos. Revisar cuidadosamente:

La limpieza de la canaleta

El operador debe tener acceso adecuado a las canaletas para su limpieza.

El operador debe contar con las herramientas necesarias para limpiar las canaletas.

Mantener siempre pintadas las canaletas de color azul claro (color piscina): su contraste es un muy buen indicador de la calidad del agua que está siendo tratada.

Ya está saliendo bien el agua del Clarificador. Ahora hay que preguntarse::

Qué ha pasado con los lodos?

¿Se están retornando al Tanque de Aireación?... Sencillo: vaya al punto en donde se retornan los lodos y observe su aspecto.

¿Sale agua clara o sale una suspensión oscura (café oscuro) indicadora de que en realidad los lodos se están separando y retornando?

Si el agua de retorno de lodos es clara sin lugar a dudas hay problemas en el fondo del Clarificador Final. O (1) no se cuenta con la pendiente apropiada, o (2) el lodo se ha ido espesando en ciertos puntos impidiendo su captación por la bomba de retorno. Cualquiera que sea la razón, es necesario hacer algo y pronto. Una medida de control rutinaria consiste en vaciar completamente el Clarificador una vez por semana. En horas de poco flujo se suspende la entrada de agua a la planta y – con la bomba de retorno de lodos – se vacía el Clarificador. Los lodos se envían al sistema de manejo

de lodos y cuando no salgan más lodos del clarificador - el agua se envía al inicio de

la planta. Se lavan bien el fondo, las paredes, las canaletas y las placas inclinadas (en caso de existir), con el fin de que no quede nada de lodos dentro del Clarificador.

Es normal que una fracción pequeña de los lodos flote en el Clarificador. Bacterias que no floculan apropiadamente, grasas que atraviesan el sistema, lodos anaerobios producidos dentro del clarificador, son algunas de las causas principales. Estos lodos flotantes deben ser removidos del sistema y enviados al sistema de manejo de lodos.

## 8. Mantenimiento

La norma básica a aplicar es el **Mantenimiento Preventivo** que se puede resumir como sigue:

Cambio de aceite a los aireadores cada 8,000 horas de operación, más o menos 11 meses operación continua.

Revisión de las bombas de sumidero cada tres meses. Revisar si hay basura en los impulsores.

Limpieza de canoas periódica para quitar lamas, y permitir ver el fondo

Limpieza y Pintura de estructuras metálicas cuando muestren suciedad en el primer caso, u oxidación en el segundo.

Limpieza general de estructuras de concreto y resane de grietas si se presentaran.


Mantenimiento de zonas verdes periódica para evitar crecimiento de malezas.

Pintura general de estructuras cuando se requiera.

En cuanto a los aspectos de Seguridad, Orden y Limpieza –SOL–.

El sistema de tratamiento de aguas residuales no maneja productos químicos especiales. Sin embargo, posee tanques con materiales biológicos, los cuales presentan un riesgo potencial para la seguridad y la salud humana. Por ello, el personal operativo de la PTAR debe permanecer alerta todo el tiempo, y vigilar los aspectos de (1) Seguridad; (2) Salud; y (3) Medio Ambiente

El personal operativo vigilará en todo momento el cumplimiento de las normas mínimas de Seguridad establecidas por el Desarrollo Hotelero. Además, hará énfasis especial sobre el cumplimiento de dichas normas a los huéspedes que ocasionalmente

VICTOR M. SANTAMARÍA  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
  
F I R M A

Entre los Puntos Críticos a cuidar están:

- La PTAR maneja aguas residuales, las cuales presentan microorganismos potencialmente patógenos al ser humano. No se permite comer o fumar dentro de las instalaciones de la PTAR. Se debe disponer de jabón desinfectante (u otro bactericida) dentro de la PTAR, para que el operario y huéspedes asean sus manos luego de recorrer las instalaciones.
- Todo espacio cerrado debe ventilarse apropiadamente antes de ser inspeccionado.
- El orden y el aseo alrededor de las instalaciones que conforman la planta de tratamiento son fundamentales para la buena imagen de la empresa y para la correcta operación del sistema. El operario vigilará siempre estos aspectos.
- No se debe permitir el ingreso de niños ni de animales a la planta de tratamiento
- Se debe consultar cualquier duda con Durman Esquivel S.A.

## 9. Desechos

En operación normal, uno de los desechos que se generarán en la PTAR son los lodos. Una vez se alcancen los niveles deseados de lodos (biomasa) dentro del Tanque de Aireación, se deberá proceder a purgar lodos del sistema cada dos semanas (su frecuencia variará de acuerdo con el grado de ocupación del Complejo Hotelero), a través de las válvulas correspondientes, hacia el sedimentador primario.

## 10. Reportes operacionales

Las actividades necesarias para elaborar los Reportes Operacionales se explican a continuación:

- Toma de muestras por parte de un laboratorio acreditado.
- Recopilación de datos de campo.(análisis mensuales)
- Tabulación de datos
- Informe de laboratorio acreditado

**VICTOR M. SANTAMARIA BADO**  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959

**JANINA I. CAMARENA MERCA**  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## ANEXO 2 SINOPSIS DE ACTIVIDADES RECOMENDADAS EN EL MANUAL Y FRECUENCIA.

Unidad Tratamiento	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
REACTOR	Medir lodos reactor	Dos a tres veces por semana <i>2/3 veces</i>
SEDIMENTADOR	Limpiar canoas clarificador <i>en el tanque de clarificación, con espátula en las paredes</i>	Una vez semana.
LODOS	Evacuar exceso al sedimentador primario Sacar lodos sedimentador primario.	Cuando haya exceso según medición.  Al menos una vez al año <i>con una bomba centrifuga para el lodo.</i>
EQUIPOS AIREACION	Cambiar aceite motor eléctrico	Cada 8000 horas de operación <i>Cada 8000 horas o cuando el aceite se contamine o cambie de color.</i>
BOMBAS RECIRCULACION	Revisar funcionamiento	Diariamente
LIMPIEZA DE AREAS VERDES	Cortar Césped.	Cada dos meses como mínimo
REPORTES OPERACIONALES		Semestralmente <i>con el cuaderno de bordo indicando de suceso, como ruidos, corte de luz, analizado.</i>
MEDICIONES DE CAMPO	Temperatura, pH, sólidos sedimentables, caudal	Una vez al mes como mínimo. Recomendable una vez a la semana

**VICTOR M. SANTAMARIA BADO**  
INGENIERO ELECTROMECHANICO  
Licencia N° 2003-024-035

*[Firma]*

F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

**JANINA I. CAMARENA MERCADO**  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012

*[Firma]*

F I R M A  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

A continuación se presenta un esquema con las principales operaciones de operación y mantenimiento para este sistema.

Unidad Tratamiento	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
REACTOR	Medir lodos reactor	Dos a tres veces por semana
SEDIMENTADOR	Revisar nivelación tubo de salida	Una vez mes
LODOS	Sacar lodos digestor hacia Sedimentador Primario. Retirar lodos sedimentador primario	Cuando haya exceso en el reactor. Al menos una vez al año.
EQUIPOS AIREACION	Cambiar aceite motor eléctrico	Cada 8000 horas de operación
BOMBAS RECIRCULACION	Revisar funcionamiento	Diariamente
LIMPIEZA DE AREAS VERDES	Cortar Césped.	Cada dos meses como mínimo
REPORTES OPERACIONALES	Confección reportes y envío a autoridades	Cada seis meses de acuerdo a la normativa
MEDICIONES DE CAMPO	Temperatura, pH, sólidos sedimentables, caudal	Diariamente, al menos un vez al mes.

### 11) COMPONENTES ELECTRO-MECÁNICOS

- Un aireador sumergido, marca TSURUMI, modelo 22BER5, con motor de 3.0 HP conexión Trifásica, a 230 Voltios en reactor aerobio.
- Un aireador sumergido, marca TSURUMI, modelo 15BER3, con motor de 2.0 hp, conexión Trifásica, a 230 Voltios en reactor aerobio
- Una bomba sumergible para recirculación de lodos, marca MONARCH, modelo WS52M, con motor de 1 HP, a 220 Voltios.

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO  
Licencia N° 2003-024-035

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

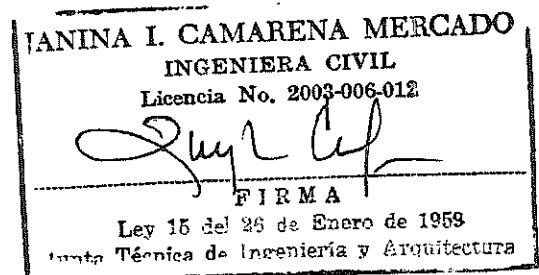
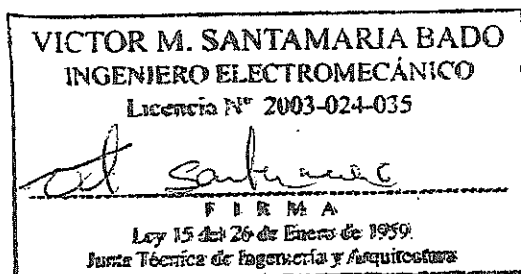
- d) Una bomba sumergible para recircular agua del reactor de aireación al sedimentador primario marca MONARCH, modelo WS52M, con motor de ½ HP, a 115 Voltios.

Estos equipos cuentan con garantía de un año por parte de DURMAN ESQUIVEL, y con todos los servicios continuos de mantenimiento y repuestos locales, ya que somos distribuidores y representantes de dichas marcas en el país.


## 12) OBSERVACIONES

- a) **Nota Importante 1:** especialmente durante la puesta en operación del sistema de tratamiento, es muy común la presencia de arenas y piedras, plásticos, papel, pintura y otros residuos de la construcción. La frecuencia de limpieza debe ser alta en esta etapa del proyecto, con el fin de no afectar adversamente los equipos, las tuberías, y la eficiencia global del sistema.
- La garantía de funcionamiento de la planta se pierde si el dueño del Centro hotelero permite la entrada de dichos residuos a la misma.
- b) **Nota Importante 2:** la garantía ofrecida por Durman Esquivel se pierde si el sistema de tratamiento NO es operado de acuerdo con lo establecido en el presente Manual.
- c) **Nota Importante 3:** la garantía ofrecida por Durman Esquivel se pierde si al sistema de tratamiento ingresa un caudal promedio mayor a 70 m<sup>3</sup> por día en forma sostenida.

Durman Esquivel S.A.



## ANEXO 1 ESPECIFICACIONES BOMBAS Y EQUIPOS



### SUMP & SEWAGE

### SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS

WS102AM-12

### WS SERIES

#### SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS

**CONSTRUCTION** - Motor and pump housing is Cast Iron Class 30.

**CORD** - Power cord sealed at motor housing. WS102 uses SJOW. WS41, WS51 and WS52 uses SJTW.

**IMPELLER** - Cast Iron Class 30. Two vanes solids handling non-clog impeller.

**SEAL** - Mechanical carbon/ceramic type 6. 5/8 rotary.

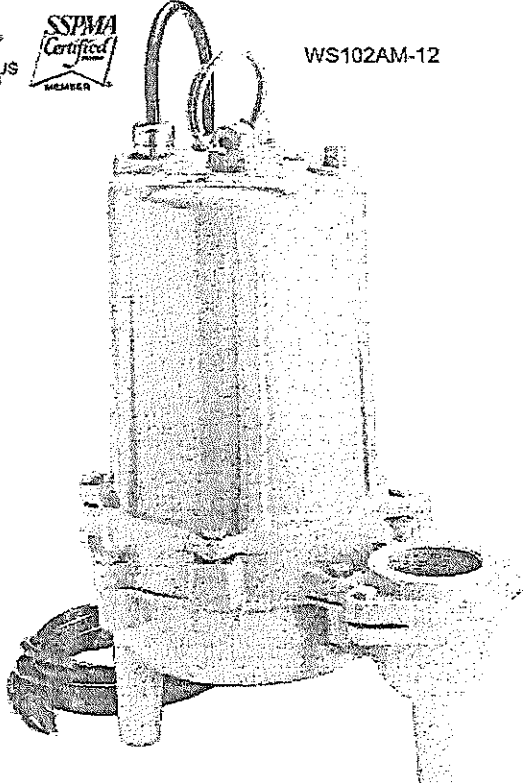
**SHAFT** - Motor shaft is 416 stainless steel.

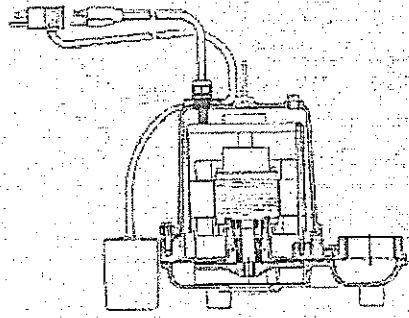
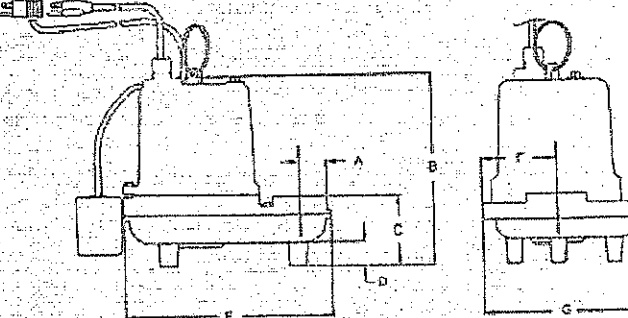
**MOTOR** - Oil filled chamber with automatic overload protection, double ball bearing. Capacitor Start designed for hi-torque and are thermally protected with automatic reset (single phase only).

**SWITCH** - Mercury Free float switch for automatic on-off operation, piggyback style. WS102 uses SUE pump master.

**DISCHARGE** - 2" NPT. Adaptor kit for 3" NPT available.

**FASTENERS** - Stainless steel fasteners throughout for serviceability.



Model	A	B	C	D	E	F	G
WS41	1.75	12.13	4.5	1.5	12.25	4.86	9.38
WS51	1.75	13.25	5.25	2	12.25	4.68	9.38
WS52	1.75	14	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS52H	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS102	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38
WS102H	1.75	15.1	6.38	2.31	12.25	4.68	9.38

\*Dimensions measured in inches

**VICTOR M. SANTAMARIA BADO**  
 INGENIERO ELECTROMECHANICO  
 Licencia N° 2003-024-035

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Manual de Operación y Mantenimiento

**JANINA L. CAMARENA MERCADO**  
 INGENIERA CIVIL

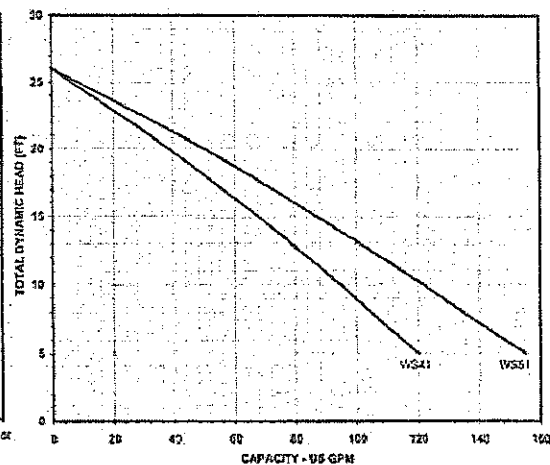
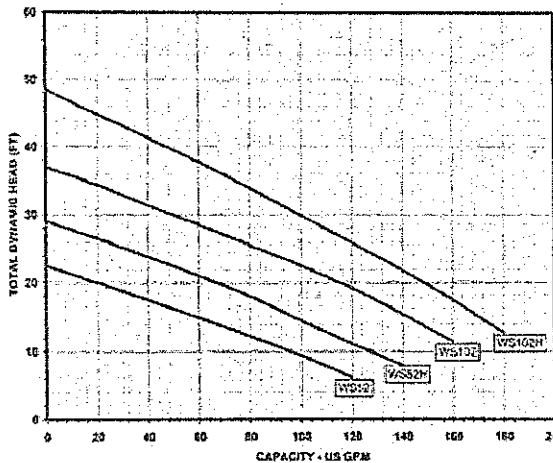
Licencia No. 2003-005-012

*[Signature]*  
 Página 31 de 35

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



# SUMP & SEWAGE SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS



Performance Chart									
Model No.	RPM	Total Head in Feet							Shut-Off Head (ft.)
		5	10	15	20	25	30	35	
		Capacities in U.S. GPM							
WS41	1750	118	95	70	40	8	-	-	26
WS51	1750	155	120	83	52	14	-	-	27
WS52	1750	135	90	47	14	-	-	-	23
WS52H	3450	-	128	97	68	32	-	-	29
WS102	1750	-	175	149	118	85	46	16	37
WS102H	3450	-	190	170	148	124	100	74	48

Submersible Sewage Pumps - Automatic and manual									
Model No.	Order No.	HP	Volts	Full Load Amps	Phase	Solids Handling	Ship Wt. (lbs.)	Switch	Cord Length
WS41M	620011	4/10	115	11.7	1	7/8"	53	Manual	20'
WS41AM	620001	4/10	115	11.7	1	7/8"	55	Automatic	20'
WS51M	620012	1/2	115	11.6	1	1 3/8"	55	Manual	20'
WS51AM	620002	1/2	115	11.6	1	1 3/8"	57	Automatic	20'
WS52M	620013	1/2	115	11.6	1	2"	57	Manual	20'
WS52AM	620003	1/2	115	11.6	1	2"	59	Automatic	20'
WS52HM	620254	1/2	115	15.0	1	2"	58	Manual	20'
WS52HAM	620255	1/2	115	15.0	1	2"	60	Automatic	20'
WS52HM-12	620256	1/2	208-230	7.5	1	2"	58	Manual	20'
WS52HAM-12	620257	1/2	208-230	7.5	1	2"	60	Automatic	20'
WS102M-12	620203	1	208-230	9.22	1	2"	62	Manual	20'
WS102AM-12	620215	1	208-230	9.22	1	2"	64	Automatic	20'
WS102M-32	620208	1	208-230	4.3	3	2"	63	Manual	20'
WS102M-34	620209	1	460	2.15	3	2"	63	Manual	20'
WS102HM-12	620265	1	230	7.5	1	2"	61	Manual	20'
WS102HAM-12	620266	1	230	7.5	1	2"	63	Automatic	20'

Note: Manual models do not include float switch. Automatic models include float switch.  
See Page 46 for pre-assembled systems.

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECHANICO  
Licencia N° 2003-024-035

*Victor M. Santamaria Bado*  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959

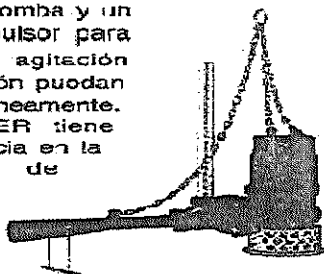
Manual de Operación y Mantenimiento

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-005-012

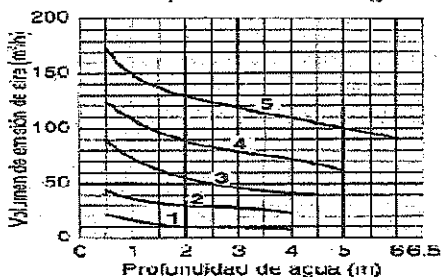
*Janina I. Camarena Mercado*  
Página 32 de 36  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

# BER EYECTOR SUMERGIBLE

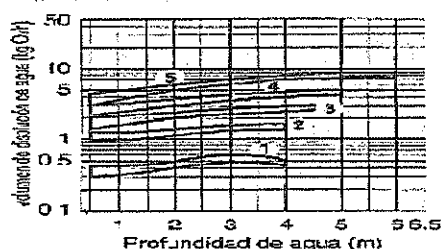
El aireador sumergible incorpora una bomba y un mecanismo expulsor para que tanto la agitación como la aireación puedan hacerse simultáneamente. El aireador BER tiene una alta eficiencia en la disolución de oxígeno y un mecanismo rasador que no se tapa.



- Volumen de emisión de aire  
- Curva de profundidad de agua



- Volumen de disolución de oxígeno  
- Curva de profundidad de agua  
(volumen de disolución y agua fresca a 20°C)  
(el volumen de emisión de aire contiene un error de  $\pm 5\%$ )



No. curva	Modelo	Diám. de tubo de aire del motor mm	Potencia del motor kW
1	8-BER1	25	0.75
2	15-BER3	32	1.5
3	22-BER5	50	2.2
4	37-BER5	50	3.7
5	55-BER5	50	5.5

No. curva	Modelo	Diám. de tubo de aire del motor mm	Potencia del motor kW
1	8-TRN3	32	0.75
2	15-TRN3	32	1.5
3	22-TRN3	50	2.2
4	37-TRN3	50	3.7
5	55-TRN3	50	5.5
6	75-TRN3	60	7.5
7	110-TRN3	80	11

VICTOR M. SANTAMARIA BADO  
INGENIERO ELECTROMECÁNICO

Licencia N° 2003-024-035

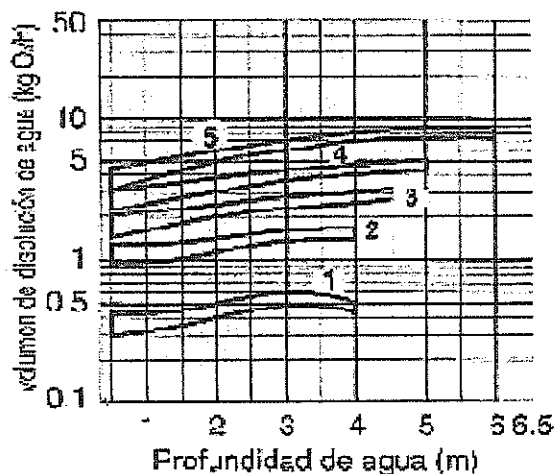
*Victor M. Santamaría Bado*

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

- Volumen de disolución de oxígeno  
- Curva de profundidad de agua

(volumen de disolución y agua fresca a 20°C)  
(el volumen de emisión de aire contiene un error de  $\pm 5\%$ )



No. curva	Modelo	Diám. de tubo de aire del motor mm	Potencia del motor kW
1	8-BER1	25	0.75
2	15-BER3	32	1.5
3	22-BER5	50	2.2
4	37-BER5	50	3.7
5	55-BER5	50	5.5

JANINA I. CAMARENA MERCADO  
INGENIERA CIVIL  
Licencia No. 2003-006-012

*Janina I. Camarena Mercado*

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



**ACUSE DE RECIBO**  
**SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES**  
**HOTEL LOS MANDARINOS.**

**Atención: Hotel los Mandarin****Fecha:** 25 de Abril 2013

Estimados

Hacemos entrega del manual de operación y mantenimiento de LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL HOTEL LOS MANDARINOS donde DURMAN Diseño y Suministro los equipos eléctricos instalados en dicha planta.

Así mismo entregamos cono de medición Inhoff y cinta para medir PH, hoja con instrucciones de que hacer en caso de falla en los equipos eléctricos como en panel.

Cordialmente

  
Ing. Camilo A. Alfaro  
Por DURMAN ESQUIVEL, S.A.

## **ACTIVIDADES VISUALES Y OPERATIVAS EN CASO DE FALLA EN LOS EQUIPOS ELECTRICOS INTSALADOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.**

Dentro de los equipos instalados en la planta de tratamiento pueden mandar falla en el tablero de control debido a muchos factores que veremos a continuación así mismo daremos las soluciones que podemos emplear en el momento que nos encontremos en estas situaciones.

Si el equipo no está trabajando sea un aireador o una bomba donde por medio una visualización vemos que en el tanque de aireación no están las burbujas que antes se observaban o que de pronto no vemos salir agua en uno de los tubos que manda las bombas, tenemos que ir rápidamente al panel de control y ver lo siguiente:

### **VISUALIZACION DE LUZ LED.**

#### **En caso de encontrar la luz en rojo marcando paro.**

1. Posible falta de fluido eléctrico en la línea eléctrica que alimenta el panel de Control.
2. Cuando la energía eléctrica falta posiblemente se disparen los guarda motores para proteger el equipo por cualquier sobre carga que haya entrado.
3. O posiblemente se dispare el interruptor colocado en el nicho eléctrico.
4. Posible sobrecarga en los equipos por obstrucción de basura en sus motores.

#### **Solución.**

1. Coloque la perilla o botonera en OFF o apagado.
2. Resetee el guarda motor o térmico del equipo (de acuerdo a explicación en campo).
3. Vuelva a encender o colocar en ON la botonera, si el equipo no arranca o marca la luz roja no vuelva hacer esta operación.



Tel. (507)6675-0282

<http://www.durman.com>

[csalazar@durman.com](mailto:csalazar@durman.com)

4. De no arrancar el equipo se deberá de sacar del tanque según donde se encuentre y visualizar si existe obstrucción en el impulsador así como moverlo si este corre libremente, esta operación se hace con las botoneras en OFF.
5. De existir algún obstáculo sea trazo, látex, nylon, plástico etc., se deberá de retirar usando guantes.
6. si hay presencia de aceite en la carcasa no instalar la bomba y contactar a DURMAN.
7. De haber obstrucción y realizar limpieza, vuelva a instalar la bomba y ponga en OFF la botonera correspondiente al equipo.

Todos los pasos aquí descrito para la solución de una posible falla, son para que el operador los pueda emplear sin ningún problema.

Todos los equipos se les deben de dar su mantenimiento anual lo que respecta a cambio de aceites y sellos.

Para esto el operador deberá de tener un libro de registro donde se registre con fecha los mantenimientos que se le dan y los próximos mantenimientos.

**VIENE DE RED  
DE AGUAS NEGRAS**



Señor Godofredo de Almeida  
- administrador  
Avenida  
44, la plaza  
de agua  
fresca

