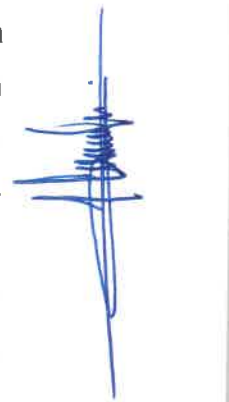
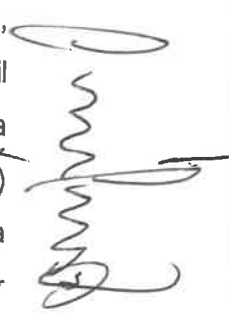




**CONVENIO NUMERO CERO UNO GUION DOS MIL VEINTE (01-2020) DE COOPERACIÓN
INTERINSTITUCIONAL
ENTRE LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE
ATITLÁN Y SU ENTORNO –AMSCLAE- Y LA MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

En el municipio de Panajachel, del departamento de Sololá, el día catorce (14) de mayo del año dos mil veinte (2020), constituidos en las instalaciones de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno en adelante la AMSCLAE. Nosotros **PEDRO GEOVANNI TOC COBOX**, de treinta y siete (37) años de edad, soltero, guatemalteco, ingeniero civil, colegiado activo número nueve mil quinientos sesenta y seis (9566) con domicilio en el departamento de Sololá, me identifiqué con el Documento Personal de Identificación –DPI- con Código Único de Identificación –CUI- número dos mil quinientos veinticuatro espacio catorce mil quinientos cincuenta y uno espacio cero trescientos uno (2524 14551 0301) extendido por el Registro Nacional de las Personas –RENAP- de la República de Guatemala, actúo en calidad de DIRECTOR EJECUTIVO DE LA AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN Y SU ENTORNO, calidad que acredito con los documentos siguientes: a) Copia simple del Acuerdo número cero cincuenta y siete guion dos mil veinte (057-2020) de la Vicepresidencia de la República de Guatemala, el cual quedó asentado en el libro número cero sesenta y ocho mil setecientos diecisiete (068717), folio treinta y cuatro (34) y casilla cero cincuenta y siete (057), de fecha tres de febrero de dos mil veinte (03-02-2020); b) Copia simple del Acta número ocho guion dos mil veinte (8-2020) de fecha cuatro de febrero del año dos mil veinte (04-02-2020), folios número doscientos ochenta y uno (281) y doscientos ochenta y dos (282) del libro de actas del Departamento de Recursos Humanos de la AMSCLAE autorizado por la Contraloría General de Cuentas. Señalo como lugar para recibir notificaciones o citaciones Vía Principal tres guion cincuenta y seis (3-56), zona dos (2) del municipio de Panajachel, departamento de Sololá, y **CÉSAR PABLO PIEDRASANTA RODRÍGUEZ** de cuarenta y nueve (49) años de edad, casado, guatemalteco, Profesor de Educación Primaria Urbana, con domicilio en el departamento de Sololá, quien se identifica con el Documento Personal de Identificación –DPI- con Código Único de Identificación –CUI- número dos mil quinientos ochenta y tres espacio treinta mil setecientos treinta y dos espacio cero setecientos uno (2583 30732 0701) extendido por el Registro Nacional de las Personas –RENAP- de la República de Guatemala, actúo en mi calidad de Alcalde Municipal de Panajachel, del departamento de Sololá, calidad que acredito con copia simple





del Acuerdo de Adjudicación número once (11) guion dos mil diecinueve (2019) emitido por la Junta Electoral Departamental de Sololá del Tribunal Supremo Electoral, de fecha trece (13) de septiembre del año dos mil diecinueve (2019) y copia simple de la Certificación que contiene el Acta de sesión municipal número cero tres guion dos mil veinte (03-2020), extendida por el Secretario Municipal de Panajachel, del departamento de Sololá, en donde consta que tomó posesión del cargo de Alcalde Municipal el día quince (15) de enero del año dos mil veinte (2020). Señalando como lugar para recibir notificaciones y/o citaciones la segunda Avenida, uno guion cincuenta y cuatro (1-54), zona uno (1) del municipio de Panajachel, departamento de Sololá. Los comparecientes manifestamos: **a)** Ser de los datos de identificación personal consignados. **b)** Encontramos en el libre ejercicio de nuestros derechos civiles. **c)** Que las representaciones acreditadas son suficientes de conformidad con la ley y a nuestro juicio para el otorgamiento del presente **CONVENIO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL ENTRE LA AMSCLAE Y LA MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ** de conformidad con las siguientes cláusulas: **PRIMERA: FUNDAMENTO LEGAL.** **A) AMSCLAE:** Es una institución de gobierno creada mediante el Decreto número ciento treinta y tres guion noventa y seis (133-96) del Congreso de la República de Guatemala y su reglamento contenido en el Acuerdo Gubernativo número setenta y ocho guion dos mil doce (78-2012) el cual tiene por objeto reglamentar la ley de creación de la referida autoridad. Desde su creación la AMSCLAE ha desarrollado actividades tendientes a velar por la protección y conservación de los recursos naturales, el medio ambiente y propiciar equilibrio ecológico de la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno. En ese sentido la AMSCLAE a través de su Departamento de Saneamiento Ambiental, tiene a su cargo el fomento del saneamiento ambiental y el manejo de desechos dentro de la cuenca del Lago de Atitlán con el fin de reducir los riesgos de contaminación para el Lago y los recursos naturales, así como los riesgos para la salud de la población. **B) MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ:** De conformidad con lo que establece el artículo 33 del Decreto Número 12-2002, Código Municipal. Corresponde con exclusividad al Concejo Municipal el ejercicio del gobierno del municipio, velar por la integridad de su patrimonio, garantizar sus intereses con base en los valores, cultura y necesidades planteadas por los vecinos. **SEGUNDA: ANTECEDENTES.** La planta de tratamiento de aguas residuales los Cebollales, trata las aguas residuales de una parte del Municipio de Panajachel, Sololá, siendo su capacidad de 37 litros por segundo, fue inaugurada en el



año 2013. Actualmente la planta de tratamiento presenta varias deficiencias principalmente en el sistema de pre-tratamiento, sistema primario, en los reactores biológicos, equipos electromecánicos, área de secado de lodos, elementos metálicos en malas condiciones y no se cuenta con un sistema para la disposición de grasas. Mediante oficio de la municipalidad de Panajachel de fecha diez (10) de marzo del año dos mil veinte (2020) solicitó a la AMSCLAE, compartir propuesta técnica (planos, presupuesto y especificaciones técnicas), para mejorar el funcionamiento de la planta de tratamiento. En seguimiento a la evaluación técnica realizada por el Departamento de Saneamiento Ambiental a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cebollales se determinó que es necesario ejecutar los renglones de trabajo (anexos 1 y 2) que forma parte integral del presente convenio, para mejorar la eficiencia del tratamiento biológico con el objetivo de mejorar las condiciones para cumplir con el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán, Acuerdo Gubernativo 12-2011. El proyecto contempla instalar paneles solares que generen energía a partir de radiación solar y de esta forma contribuir a la sostenibilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales. **TERCERA: OBJETO DEL CONVENIO.** El presente convenio tiene por objeto apoyar en la reparación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cebollales, del municipio de Panajachel, departamento de Sololá, para mejorar la eficiencia de depuración, facilitar las operaciones de mantenimiento y aportar en la sostenibilidad del sistema. **CUARTA: DEL FIN.** El proyecto tiene como fin, contribuir con la reducción de la contaminación generada por aguas residuales en el municipio de Panajachel, departamento de Sololá. **QUINTA: DEL PLAZO.** El presente convenio tiene un plazo de un año y ocho meses, contados a partir de su suscripción. **SEXTA: RESPONSABILIDADES Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES: I) AMSCLAE:** a) Ejecutar los trabajos descritos en el anexo 1 que forma parte integral del presente convenio, para mejorar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cebollales, del municipio de Panajachel, departamento de Sololá. b) Supervisión durante la construcción del proyecto. c) Capacitación a los operadores. d) Asistencia Técnica a la Municipalidad de Panajachel para el trámite de autoproducción de energía con ENERGUATE. **II) MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL:** a) Ejecutar los trabajos descritos en el anexo 2 que forma parte integral del presente convenio, para mejorar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cebollales, del municipio de Panajachel, departamento de Sololá. b) Considerar las observaciones de la Supervisión que realice AMSCLAE en la fase de construcción (trabajos de remozamiento, reparación y




construcción de algunos elementos). **c)** Que la municipalidad esté al día con los pagos de energía eléctrica con el objetivo de no tener inconvenientes al momento de realizar los trámites con Energuate para conectar a la red los paneles solares y contribuir con la sostenibilidad del sistema. **d)** Dar cumplimiento total a lo indicado en el Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cebollales, del municipio de Panajachel, departamento de Sololá, el cual pasa a formar parte integral del presente convenio **e)** Suministrar de equipo de protección personal a los operadores de la planta de tratamiento. **f)** Que la municipalidad contemple en su presupuesto multianual la compra de insumos (floculante, coagulante y cloro), mantenimiento de motores y pago de energía eléctrica. **g)** Dar seguimiento a que la contratación de los operadores se realice bajo el renglón 011 para evitar que existan cambios y se pierda el conocimiento de operación y capacidades instaladas. Esto sería posible después de que se levanten las restricciones presidenciales por la emergencia sanitaria Covid-19 donde se congelaron este tipo de contratación. **h)** Que la municipalidad gestione el uso del lodo con fines forestales para promover el aprovechamiento de este subproducto y evitar la acumulación en las instalaciones de la planta. **SÉPTIMA: COORDINACIÓN.** La coordinación de las acciones del presente convenio estarán a cargo de: **a)** Por parte de la AMSCLAE, al Director Ejecutivo. **b)** Por parte de la Municipalidad de Panajachel, al señor Alcalde Municipal. **OCTAVA: DE LOS ASPECTOS NO CONTEMPLADOS O ACUERDOS COMPLEMENTARIOS.** Sin perjuicio de las actividades señaladas anteriormente, las partes de común acuerdo y por escrito podremos suscribir adendas, modificaciones o ampliaciones para detallar otros compromisos específicos, criterios u otros aspectos complementarios y necesarios para el mejor cumplimiento del presente convenio. Cualquier adenda, modificación o ampliación, debe cumplir con las mismas formalidades del presente convenio las que serán evaluados y aprobados de mutuo acuerdo y en función a las circunstancias de cada caso. **NOVENA: DE LAS CONTROVERSIAS:** En caso de producirse controversias entre las partes durante la ejecución del Convenio, acordamos poner nuestros mejores esfuerzos para lograr una solución armoniosa, teniendo en cuenta los principios que inspiran el presente documento. Las partes declaramos conocer el contenido y el alcance de todas y cada una de las cláusulas que norman el presente Convenio y nos comprometemos a respetarlas de acuerdo a las normas de la buena fe y común intención, señalando que no media vicio o error que pudiera invalidar el mismo. Si existiera un conflicto se deberá hacer saber a la otra parte por escrito,



iniciando el proceso documental. **DÉCIMA: FORMAS DE TERMINACIÓN:** El convenio podrá darse por terminado por cualquiera de los siguientes motivos: **a)** Por vencimiento del plazo estipulado; **b)** Por mutuo acuerdo entre las partes; **c)** Por incumplimiento de una o varias responsabilidades que le corresponden a una o ambas partes; **d)** Por caso fortuito o fuerza mayor debidamente comprobado que impida cumplir su objeto. En cualquiera de estos casos se velará que todas las obligaciones técnicas, administrativas, financieras y cualquier otra adquirida bajo el amparo de este Convenio estén cumplidas. **DÉCIMA PRIMERA: ACEPTACIÓN.** Nosotros los otorgantes, en las calidades con que actuamos leímos íntegramente el contenido de cada una de las cláusulas del presente Convenio Administrativo, y enterados de su contenido, objeto, validez y efectos legales, lo aceptamos ratificamos y firmamos, en dos (2) ejemplares, haciendo constar que el presente convenio queda contenido en cinco (5) hojas de papel bond tamaño carta, con los logotipos de las entidades signatarias.


Ing. PEDRO GEOVANNI TOC COBOS
 Director Ejecutivo
AMSCLAE




Cesar Pablo Piedrasanta Rodríguez
ALCALDE MUNICIPAL





**GOBIERNO de
GUATEMALA**
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI

AUTORIDAD PARA EL
MANEJO SUSTENTABLE DE
LA CUENCA DEL LAGO DE
ATITLÁN Y SU ENTORNO

ANEXO 1

RENGLONES A EJECUTAR POR LA MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL

Vía Principal 3-56, Zona 2, Plaza San Lorenzo. Panajachel, Sololá, Guatemala, C.A.
Teléfonos: PBX (502) 7961-6464

www.amsclae.gob.gt

Síguenos en:



como @amsclae



MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL
SOLOLÁ, GUATEMALA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

RESUMEN DE RENGLONES

MEJORAMIENTO SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES PLANTA LOS CEBOLLALES I, PANAJACHEL, SOLOLÁ.

| No. | DESCRIPCIÓN DEL RENGLON | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---------------------------------|---|-----------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | PINTURA DE BARANDALES TIPO 1 | ml | 214.00 | Q 88.31 | Q 18,898.34 |
| 2 | PINTURA DE BARANDALES TIPO 2 | ml | 116.00 | Q 44.76 | Q 5,192.16 |
| 3 | CAMBIO DE PISO DE PASARELA POZO RECIRCULACIÓN | Unidad | 1.00 | Q 3,455.67 | Q 3,455.67 |
| 4 | REPARACIÓN DE LÁMINAS PATIO SECADO DE LODOS | Unidad | 20.00 | Q 134.49 | Q 2,689.80 |
| 5 | UNIDAD PARA TRATAMIENTO DE GRASAS | unidad | 1.00 | Q 47,792.48 | Q 47,792.48 |
| 6 | CAJA LIXIVIADOS TRATAMIENTO DE GRASAS | unidad | 1.00 | Q 8,555.54 | Q 8,555.54 |
| 7 | LIMPIEZA DE TUBERÍA DEL SIFON | Unidad | 1.00 | Q 16,149.90 | Q 16,149.90 |
| 8 | CERCO PERIMETRAL | ml | 36.00 | Q 1,402.16 | Q 50,477.76 |
| 9 | QUIMICO PARA TRATAMIENTO Terciario | Sacos | 216.00 | Q 367.26 | Q 79,328.16 |
| 10 | COSTAL POLIPROPILENO PARA EMPACAR LODOS | sacos | 3000.00 | Q 5.86 | Q 17,580.00 |
| 11 | HIPOCLORITO DE CALCIO | Pastillas | 1000.00 | Q 14.96 | Q 14,960.00 |
| 12 | CLORADOR | Unidad | 1.00 | Q 13,093.60 | Q 13,093.60 |
| 13 | MAQUINA PORTATIL PARA COSER SACOS | Unidad | 1.00 | Q 5,531.50 | Q 5,531.50 |
| 14 | CAMBIO DE LAMINAS PATIO SECADO LODOS | Unidad | 12.00 | Q 576.28 | Q 6,915.36 |
| 15 | VALVULAS DE DRENAJE | Unidad | 2.00 | Q 2,286.39 | Q 4,572.78 |
| 16 | PINTURA ESMALTE ACRILICA | m2 | 150.00 | Q 148.50 | Q 22,275.00 |
| 17 | LIMPIEZA FINAL | global | 1.00 | Q 1,331.95 | Q 1,331.95 |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO | | | | | Q 318,800.00 |



MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL
 SOLOLÁ, GUATEMALA
 DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

CRONOGRAMA DE EJECUCION

PROYECTO: **MEJORAMIENTO SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES PLANTA LOS CEBOLLALES I, PANAJACHEL, SOLOLÁ.**

| No. | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | MES 1 | | | | MES 2 | | | | MES 3 | | | | TOTAL | |
|-----|---|-----------|----------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---------------------------------|---|---|-------|---------------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | PINTURA DE BARANDALES TIPO 1 | ml | 214.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 18,898.34 |
| 2 | PINTURA DE BARANDALES TIPO 2 | ml | 116.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 5,192.16 |
| 3 | CAMBIO DE PISO DE PASARELA POZO RECIRCULACIÓN | Unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 3,455.67 |
| 4 | REPARACIÓN DE LAMINAS PATIO SECADO DE LODOS | Unidad | 20.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 2,689.80 |
| 5 | UNIDAD PARA TRATAMIENTO DE GRASAS | unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 47,792.48 |
| 6 | CAJA LIXIVIADOS TRATAMIENTO DE GRASAS | unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 8,555.54 |
| 7 | LIMPIEZA DE TUBERÍA DEL SIFON | Unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 16,149.90 |
| 8 | CERCO PERIMETRAL | ml | 36.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 50,477.76 |
| 9 | QUIMICO PARA TRATAMIENTO TERCARIO | Sacos | 216.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 79,328.16 |
| 10 | COSTAL POLIPROPILENO PARA EMPACAR LODOS | sacos | 3000.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 17,580.00 |
| 11 | HIPOCLORITO DE CALCIO | Pastillas | 1000.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 14,960.00 |
| 12 | CLORADOR | Unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 13,093.60 |
| 13 | MAQUINA PORTATIL PARA COSER SACOS | Unidad | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 5,531.50 |
| 14 | CAMBIO DE LAMINAS PATIO SECADO LODOS | Unidad | 12.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 6,915.36 |
| 15 | VALVULAS DE DRENAJE | Unidad | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 4,572.78 |
| 16 | PINTURA ESMALTE ACRILICA | m2 | 150.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 22,275.00 |
| 17 | LIMPIEZA FINAL | global | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | Q 1,331.95 |
| | | | | | | | | | | | | | COSTO TOTAL DEL PROYECTO | | | | Q 318,800.00 |

AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-Panajachel,
Sololá, Guatemala, C. A.



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “LOS CEBOLLALES”

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION..... | 4 |
| ESPECIFICACIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 5 |
| COMPONENTES MECÁNICOS Y DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO..... | 5 |
| PROCESO DE TRATAMIENTO..... | 6 |
| GENERALIDADES..... | 6 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS..... | 6 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 7 |
| OPERACIONES FÍSICAS UNITARIAS..... | 9 |
| ETAPA I..... | 10 |
| Desbaste / Retención de Sólidos (Trampa de Sólidos con Rejillas)..... | 10 |
| Desarenador..... | 10 |
| Trampa de grasa..... | 10 |
| ETAPA II..... | 10 |
| Tratamiento primario:..... | 10 |
| ETAPA III..... | 11 |
| Tratamiento Biológico..... | 11 |
| Etapas Anòxica..... | 11 |
| Clarificador / Sedimentador..... | 11 |
| ETAPA IV..... | 12 |
| Digestión Aeróbica de Lodos..... | 12 |
| ETAPA V..... | 12 |
| Desinfección del efluente..... | 12 |
| ETAPA VI..... | 12 |
| Tratamiento terciario (opcional)..... | 12 |
| ETAPA VII..... | 13 |
| Deshidratación de lodos..... | 13 |
| MANEJO DEL AFLUENTE..... | 13 |
| SUBSTANCIAS RESTRINGIDAS..... | 13 |
| SÓLIDOS NO BIODEGRADABLES..... | 14 |
| AGUAS PLUVIALES..... | 14 |
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO..... | 15 |

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



| | |
|--|----|
| PERSONAL REQUERIDO | 15 |
| EQUIPO NECESARIO PARA OPERAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO..... | 15 |
| ARRANQUE BIOLÓGICO | 17 |
| Generación del Lodo Activado..... | 17 |
| Aire, Mezcla y Ajustes de los Ciclos | 19 |
| Regulación del Retorno de Lodos | 19 |
| Ajustes del Arranque | 20 |
| PLAN RUTINARIO DE MANTENIMIENTO | 22 |
| Chequeo de las Barras de Difusores | 22 |
| Inspección del Retorno de Lodos..... | 22 |
| Limpieza de Paredes..... | 22 |
| Inspección de las Válvulas de Aire | 23 |
| Verificación de la Concentración de Lodos | 23 |
| Extracción de Lodos..... | 24 |
| Procedimiento para la Deshidratación de lodos..... | 24 |
| Chequeo de los Componentes Mecánicos y Eléctricos | 25 |
| Inspección de Fajas..... | 25 |
| Chequeo de los Circuitos Eléctricos | 25 |
| Operación del Pre-tratamiento..... | 25 |
| Caudal de Salida..... | 26 |
| Pintura | 26 |
| Limpieza | 26 |
| Sopladores | 26 |
| Desinfección..... | 26 |
| APÉNDICE | 28 |



INTRODUCCION

En este manual se darán procedimientos detallados de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas negras de LOS CEBOLLALES, PANAJACHEL, la cual lleva a cabo el proceso de LODOS ACTIVADOS.

Este manual está dirigido al personal de ingeniería y supervisores; puede ser una guía de consulta para el operador, sin embargo; para este caso específico se debe preparar un documento más breve y específico con las tareas de operación que la planta de tratamiento. En este documento se incluye información general del proceso de tratamiento, de los equipos mecánicos, tablas que servirán de guía para el cumplimiento de las labores cotidianas en la operación de la planta de tratamiento, etc.

Las plantas de tratamiento de lodos activados no son altamente complejas y han sido diseñadas para funcionar con un mínimo de servicio y operación, además por lo mismo; el operador con un mínimo de instrucciones deberá ser capaz de operar la planta de tratamiento sin ningún problema. Sin embargo; a pesar de todas las ventajas operacionales que presentan este tipo de plantas de tratamiento, se recomienda tomarse el tiempo necesario para estudiar el presente manual.

De presentarse algún problema que se salga del control del operador, tal como algún problema eléctrico, mala calidad física del efluente, mal olor, etc. Se deberá reportar a AMSCLAE, al departamento de Saneamiento Ambiental con los técnicos y profesionales de Desechos Líquidos.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



ESPECIFICACIONES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

A continuación se presentan las especificaciones y datos de diseño de la planta de tratamiento:

| | |
|----------------------------------|---|
| Población a atender: | La carga orgánica calculada para la planta de tratamiento en base a las aguas residuales generadas por los visitantes y pobladores beneficiados del Municipio de Panajachel representa un total de 14,500 “habitantes equivalentes” |
| Generación de aguas negras: | 20 L/s (promedio) |
| Concentración de DBO influente: | 390 mg. / L |
| Concentración de DBO efluente: | < 100 mg. / L. |
| Caudal de diseño: | 37 L/s |
| Carga biológica de diseño: | 1247 Kg. de DBO / d. |
| Tiempo de Retención Hidráulica | |
| En el tanque de aireación (THR): | 14.25 Horas. |
| Sedimentador secundario: | Rectangular: 371 m ³ |
| Desinfección del efluente: | A través de solución madre de hipoclorito de calcio |
| Manejo de lodos: | Digestor de lodos descarga hacia patios de secado |
| Caudal de Aire para el proceso: | 480 SCFM (pies cúbicos por minuto estándar). |

COMPONENTES MECÁNICOS Y DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

| CANTIDAD | DESCRIPCIÓN |
|----------|--|
| 5 | Soplador de aire marca Kaeser modelo BB-69C, motor de 10 HP / 230 V. / 3 Fases. |
| 16 | Bajadas de aire en tanque de digestión biológica, cada bajada conecta a 6 difusores de burbuja. |
| 96 | Difusores de burbuja fina de manga marca SNAPPY de 39” tipo membrana EPDM. |
| 1 | Panel de control, el cual incluye: Programador lógico (LOGO), flipón, protector de voltaje, contactor, protector térmico y switch selector de 3 posiciones (Manual, Off y Auto). |
| 3 | Bombas dosificadoras marca Stenner de 40 GPD |
| 2 | Bombas para recirculación de lodos de 3.5 HP |



PROCESO DE TRATAMIENTO

GENERALIDADES

Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos "Aguas Residuales" es esencialmente el agua que se elimina de la comunidad una vez ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el agua residual como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que pueden agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

Si se permite la acumulación y estacionamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales. También suele contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas, y puede incluir también compuestos tóxicos. Es por todo ello que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

La planta de tratamiento de LOS CEBOLLALES I lleva a cabo el proceso denominado de LODOS ACTIVADOS en su variación de AIREACIÓN EXTENDIDA, este proceso fue desarrollado en Inglaterra en 1914 y su nombre proviene de la producción de una masa activada de microorganismos capaz de estabilizar un residuo por vía AEROBIA. La activación del proceso se produce por la simple acción de retornar el lodo depositado en el fondo del sedimentador secundario hacia el punto de entrada de agua pre tratada al digestor aerobio.

En este proceso el caudal de aguas negras entra en un tanque donde el contenido es agitado violentamente y aireado por grandes volúmenes de aire los cuales son introducidos al tanque por medio de un soplador, la presión de aireación está dada por la carga hidrostática en el tanque. Al ascender el aire a la superficie, la transferencia de oxígeno al líquido se hace posible, disolviendo el oxígeno necesario para que las bacterias aeróbicas que se encuentran en el lodo activado lo utilicen en sus procesos metabólicos y digieran el material orgánico. Los subproductos de la digestión aeróbica llevada a cabo por las bacterias son Agua y Dióxido de Carbono (CO₂) y el



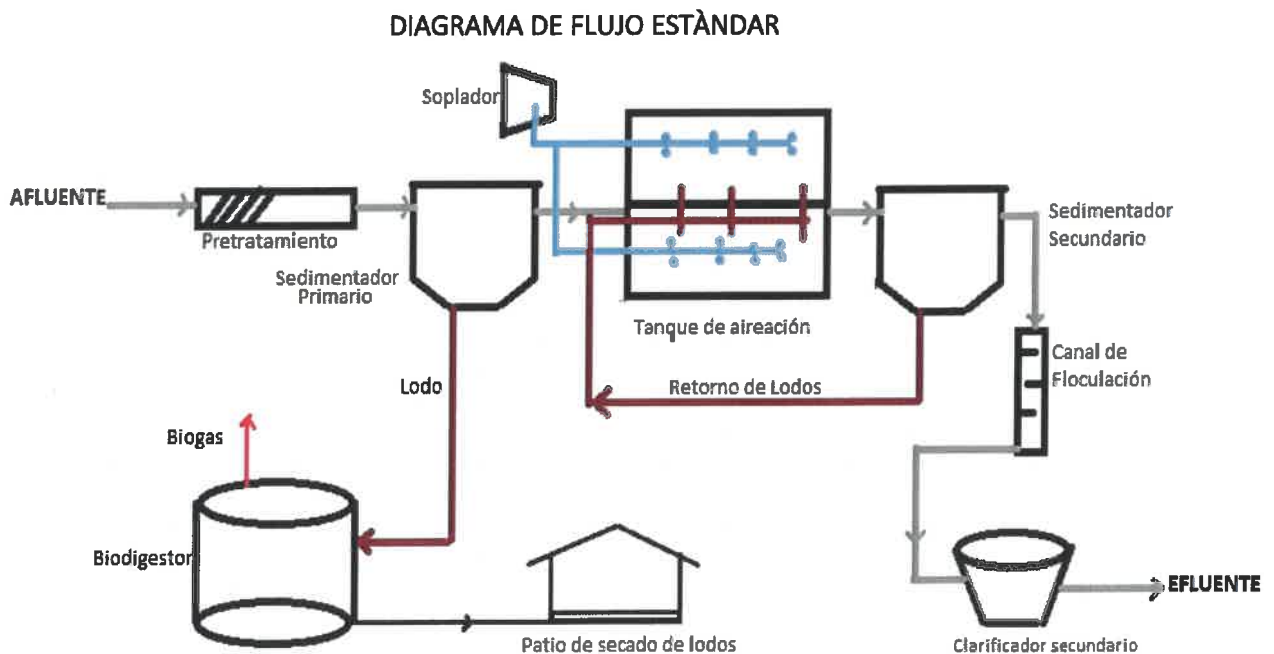
efluente que se obtiene es muy estable, claro y sin olor, además es bajo en sólidos en suspensión.

Después de que el líquido tratado deja el tanque de aireación, pasa al tanque de sedimentación, donde el agua se encuentra en total reposo. En este tanque cualquier partícula parcialmente tratada se precipita al fondo y son regresadas al tanque de aireación para activar el proceso. Esta sedimentación produce un líquido claro, altamente tratado, casi listo para ser descargado finalmente.

Muchos refinamientos y opciones pueden ser utilizados con las plantas de aireación extendida, especialmente con las más grandes. Pero el proceso básico de las plantas usado en todos los tamaños es como el descrito anteriormente.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

A continuación se presenta una descripción del proceso de tratamiento que la planta de aguas residuales lleva a cabo.



**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



Las aguas negras crudas entran al primer proceso de tratamiento, el cual es el TRATAMIENTO PRIMARIO, en donde a través de 3 pasos se elimina material no biodegradable: Paso 1: Desbaste, éste proceso consiste en la eliminación de sólidos gruesos no biodegradables, para ello se utilizan rejillas fabricadas en acero al carbón, en esta parte del proceso se elimina partículas mayores de 2 Cms. Paso 2: Desarenador, en este paso se utiliza un desarenador por gravedad, para la eliminación de la arena y materiales más pesados que ingresan con el agua cruda, la arena no es un material biodegradable y pueden generar serios problemas en el proceso de tratamiento. 3. Trampa de grasa, la grasa es un material biológico no biodegradable y es necesario removerlo del proceso, por ello se utiliza un dispositivo especial para ello y en el paso 3 del tratamiento primario.

El agua pre tratada ingresa al sedimentador primario, en donde el agua permanece en total reposo durante el tiempo de retención hidráulico, sedimentando sólidos en suspensión y materia orgánica. Posteriormente el agua ingresa al digestor aeróbico (tanque de aireación), en el cual a través de un soplador de aire (alternado en el servicio) y difusores de burbuja fina, se insufla aire con el objetivo de disolver el oxígeno necesario para llevar a cabo la degradación del material orgánico, esta degradación se produce por la acción de las bacterias que literalmente se comen (asimilan a sus procesos metabólicos) el material orgánico y lo convierten en energía para poder sobrevivir, la población de bacterias que habita en el tanque de digestión aeróbico es a lo que se conoce como LODO ACTIVADO. La concentración de oxígeno disuelto en el tanque de aireación debe mantenerse entre 1.5 – 2.5 mg. / l.

El lodo activado producido en el digestor aeróbico ingresa al sedimentador secundario, en el cual se lleva a cabo la separación del lodo activado, el cual se recupera en el fondo del sedimentador y es retornado a la primera sección del digestor aeróbico, mezclándose en esta parte con el agua pre tratada, por lo que se logra la mezcla de agua cruda y lodo activado rico en bacterias aclimatadas y adaptadas al proceso. El agua de la superficie del sedimentador, es estable, baja en sólidos suspendidos y baja concentración de DBO; ésta es el efluente del proceso de digestión y es recogido en un canal de descarga fabricado en aluminio o concreto y conducido hacia su tratamiento terciario final. El tratamiento terciario consiste en la dosificación de un agente coagulante y floculante en el canal de floculación por medio de las bombas dosificadoras (opcional), con el fin de eliminar fósforo total del afluente. En el mismo punto se realiza el proceso de desinfección del efluente que se lleva a cabo a través de la dosificación de una solución madre hipoclorito de calcio (cloro), el cual es altamente germicida y su función es la reducción del contenido de bacterias del efluente de la planta de tratamiento, se cuenta con un clarificador secundario; con el objetivo de sedimentar sólidos en suspensión del proceso de coagulación floculación y dar el tiempo suficiente para que el cloro lleve a cabo la desinfección. El efluente desinfectado y clarificado, es conducido hacia una caja de registro, que se puede utilizar para toma de muestra y medición del caudal, para posteriormente ser descargada al ambiente.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATTILAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



El exceso de la población de bacterias genera un exceso de lodo activado en el proceso, cuando esto sucede es necesario purgar el lodo en exceso, el lodo purgado se acumula en el tanque digestor de lodo, el cual es del tipo anaeróbico generando biogás que es quemado en una antorcha. El lodo se estabiliza digiriéndose en condiciones anaeróbicas entre 25 y 30 días, para posteriormente ser deshidratado. La deshidratación de lodo se lleva a cabo a través de un patio de secado, además de dejar prevista la ayuda externa con un deshidratador in situ o la extracción del lodo en exceso a través de cisternas de lodos.

OPERACIONES FÍSICAS UNITARIAS

Las operaciones llevadas a cabo en el tratamiento de las aguas residuales, en las que los cambios en las características y propiedades del agua se realizan mediante la aplicación de las fuerzas físicas, se conocen como operaciones físicas unitarias. Las etapas que la planta de tratamiento lleva a cabo, son las siguientes:

- Etapa I: Pretratamiento, en el que se elimina el material grueso, normalmente no biodegradable, así como se lleva a cabo la separación física de la grasa y de arena.
- Etapa II: Tratamiento primario, se utiliza el sedimentador primario para remover sólidos en suspensión del afluente.
- Etapa III: Tratamiento secundario, en el que se lleva a cabo la digestión biológica del material orgánico, es decir la asimilación a través de los microorganismos de la contaminación biológica. Aquí se utiliza el reactor aeróbico y el sedimentador secundario
- Etapa IV: Digestión Aeróbica de lodos, esto se logra sometiendo por un periodo de varios días el lodo purgado del sistema.
- Etapa V: Desinfección del efluente. Se utilizan una solución madre de hipoclorito de calcio.
- Etapa VI: Tratamiento terciario opcional con coagulación Floculación, utilizando sulfato férrico para remover el exceso de fósforo total y su posterior clarificación
- Etapa VII: Deshidratación de lodos, esto se logra reteniendo el lodo en los patios durante 20 a 30 días al aire libre.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



A continuación, se describe el funcionamiento de los equipos que son utilizados para llevar a cabo las etapas descritas con anterioridad:

ETAPA I

Desbaste / Retención de Sólidos (Trampa de Sólidos con Rejillas)

La primera operación unitaria que tiene lugar en las plantas de tratamiento es la operación de Desbaste o Retención de Sólidos. Se utiliza para la retención de objetos voluminosos (plásticos, fibras, etc.) que podrían provocar obstrucciones en conducciones y difusores.

Desarenador

El objetivo de este dispositivo es eliminar las arenas y todo el material más pesado que el agua, el desarenador construido en la planta de tratamiento, es de tipo vertical, y su principio de funcionamiento se basa en reducir la velocidad del flujo de aguas negras, el dispositivo consta de dos canales en paralelo, cada uno construidos con el fondo más profundo que la invert de salida del mismo, por lo que se encuentra a un nivel inferior a la línea piezométrica del flujo, con ello se logra que se depositen las arenas y cualquier otro material más pesado que el agua en el fondo.

Trampa de grasa

La grasa que ingresa con el agua cruda, se separa físicamente por acción de la gravedad. La cortina final permite atrapar la grasa en la superficie del dispositivo y logra una separación adecuada.

ETAPA II

Tratamiento primario:

Debido a la alta carga orgánica que entra la planta de tratamiento, esta debe ser reducida sedimentando sólidos en suspensión en el sedimentador primario, aquí se logra una remoción de al menos 40% de la concentración de sólidos en suspensión y 20% de la DBO inicial.



ETAPA III

Tratamiento Biológico

Después de pasar por la etapa I, el agua entra al tanque de aireación en donde se llevan a cabo los procesos biológicos a través de los cuales se convierte la materia orgánica disuelta en CO₂ y Agua. En la primera parte del tanque de aireación, se mezcla el influente a la planta de tratamiento con lodo activado rico en bacterias aeróbicas. Esta parte del digester aeróbico se puede considerar como Selector, el digester es aireado por medio de un Soplador y Difusores de burbuja fina de alta eficiencia, con el objetivo de permitir que se disuelva la mayor cantidad de oxígeno, el cual será utilizado por las bacterias para la digestión de la materia orgánica.

Etapas Anóxicas

En el sedimentador primario se lleva a cabo la nitrificación, es decir que los Nitritos y Nitratos son convertidos a través de un proceso biológico (las bacterias que convierten los Nitritos y Nitratos a Nitrógeno gaseoso, se llaman NITROSOMAS) a Nitrógeno Gaseoso, el cual se separa del agua, reduciéndose de esta forma el contenido de Nitrógeno Total.

Clarificador / Sedimentador

La función del clarificador en el proceso de lodos activados es separar los sólidos de los lodos activados del líquido mezcla. La separación de los sólidos es el último paso en la producción de un efluente estable, bien clarificado, y con bajo contenido en DBO y sólidos suspendidos y, como tal, representa un punto crítico en la operación del proceso de tratamiento de lodos activados. Para mantener un balance adecuado de lodos en el sistema, una parte de estos deben ser nuevamente recirculados al tanque de aireación. El exceso de lodos que no reingresa al sistema debe ser retirado periódicamente para evitar una acumulación excesiva de los mismos. El exceso de lodo es conducido al tanque de digestión de lodos donde se continúa con su estabilización para reducir su volumen y facilitar el manejo posterior del mismo.



ETAPA IV

Digestión Aeróbica de Lodos

Se utiliza un tanque de profundidad similar al digestor aeróbico, que la de los tanques de aireación, en este tanque se almacenan los lodos en exceso provenientes del proceso de tratamiento biológico y se les insufla aire por medio de difusores lo cual permite que el lodo se digiera y a la vez se logra que se espese, después de 25 - 30 días de airear el lodo. Después de digeridos los lodos se deberán evacuar hacia el patio de secado, para su deshidratación. Teniendo un lodo seco este puede ser utilizado como abono foliar.

ETAPA V

Desinfección del efluente

Debido a que el proceso biológico usado para eliminar la contaminación del agua residual utiliza bacterias, es necesario llevar a cabo su desinfección parcial (según el acuerdo gubernativo 12-2011, se requiere cumplir con un No. determinado de Coliformes Fecales de 10,000 NMP/100 ml), por lo que para ello se utiliza cloro en estado sólido, disuelto en una solución madre al 10%, para ello se ha instalado bombas dosificadoras para su incorporación al efluente. Debido a que el cloro requiere un tiempo de reacción de por lo menos 20 minutos, se cuenta con un canal de floculación y un clarificador secundario, logrando de esta manera que se genere la desinfección parcial del efluente de la planta de tratamiento.

ETAPA VI

Tratamiento terciario (opcional)

En caso de detectar concentraciones de fósforo mayores a 5 mg/L, se debe utilizar sulfato férrico como agente coagulante y una poliacrilamida como floculante, dosificados a la entrada y a la mitad del canal de floculación respectivamente para remover el macronutriente fósforo y llevar a cabo dicho tratamiento terciario. El precipitado de este proceso se sedimentará en el clarificador secundario, para obtener un sobrenadante con baja turbiedad y baja concentración de sólidos en suspensión antes de ser descargado al ambiente.



ETAPA VII

Deshidratación de lodos

Los lodos generados del proceso de digestión anaeróbica, estando estos estabilizados, deben ser purgados hacia el patio de secado de lodos en donde alcanzan una altura de 1.00 m y se mantendrán en secado al aire libre durante 20 a 30 días. Es importante resguardarlo bajo techo transparente para que exista una eficiente transferencia de la radiación solar. El lodo seco puede ser utilizado como abono foliar o como estabilizador de suelos agrícolas.

MANEJO DEL AFLUENTE

Para asegurarse que la planta funcione adecuadamente y que se pueda obtener un efluente de alta calidad, se debe poner mucha atención al material que entra a la planta de tratamiento.

SUBSTANCIAS RESTRINGIDAS

A continuación se da una lista de los químicos que “nunca” debe permitirse que ingresen a la planta de tratamiento. Estas sustancias destruyen el proceso biológico ya que inhiben o reducen el crecimiento bacteriano:

- Pesticidas, herbicidas e insecticidas.
- Combustibles (por ejemplo: petróleo, diesel, queroseno y aceite).
- Solventes Orgánicos.
- Cloro en altas cantidades (por ejemplo: derrames accidentales o intencionales de grandes cantidades de cloro).
- Acido o Soda cáustica en grandes cantidades (no es problema utilizar una solución de soda como destapa caños, pero si existe problema si se utiliza en grandes cantidades).
- Metales pesados (por ejemplo: cobre, mercurio, plomo, arsénico, etc.)
- Desinfectantes que contengan amonio (de nuevo solo si se derraman grandes cantidades).
- Químicos en general utilizados en la industria (por ejemplo: fenoles, amonio, etc.)
- Antibióticos (solo si se derraman grandes cantidades).

Se recomienda el uso de productos de limpieza biodegradables. Muchos productos de limpieza domésticos utilizan ciertos compuestos que pueden causar daños a las bacterias responsables

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



del tratamiento biológico. Sin embargo, si estos químicos son utilizados siguiendo las instrucciones del fabricante, los efectos en la planta de tratamiento no son relevantes.

SÓLIDOS NO BIODEGRADABLES

Los sólidos pueden causar que se bloqueen las conducciones de las aguas residuales, provocan que la planta requiera más mantenimiento, además; si se permite que ingresen a la planta pueden reducir la eficiencia de la planta, algunos ejemplos de estos sólidos son:

- Bolsas plásticas
- Trapos
- Condones
- Toallas sanitarias

La mayoría de estos sólidos deberán ser retenidos por las rejillas instaladas para el efecto, sin embargo; el hecho de reducir la descarga de dichos sólidos hacia la planta reducirá la frecuencia de limpieza y por ende disminuirá el tiempo requerido por el operador para la limpieza de las rejillas. Es imprescindible que cada vez que se retiren los sólidos, éstos sean manejados en una bolsa plástica que deberá sellarse inmediatamente después de depositarlos en ésta, dejar la bolsa abierta con los sólidos que han sido retirados de las rejillas puede producir serios problemas de mal olor.

AGUAS PLUVIALES

Evitar que las aguas pluviales se infiltren y que lleguen a la planta de tratamiento, es esencial para mantener su adecuado desempeño. Las descargas de aguas pluviales incrementan drásticamente la carga hidráulica a la planta, lo cual provoca que disminuya el tiempo de residencia y que se obtenga un efluente de mala calidad.

En casos extremos un aumento en la carga hidráulica puede provocar que se lave completamente la colonia de bacterias. Si esto ocurre, la planta descargará un efluente sin ningún tratamiento hasta que la colonia de bacterias sea restituida.

Se recomienda utilizar la caja de desbaste y/o caja de excedentes para mantener regulado el caudal de ingreso siendo monitoreado a través del vertedero tipo sutro.



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

PERSONAL REQUERIDO

Tal como se ha mencionado antes en este manual, las plantas de tratamiento de lodos activados como la que se ha instalado en LOS CEBOLLALES I requieren un mínimo de mantenimiento y operación, por lo que para llevar a cabo las tareas necesarias para su adecuado funcionamiento se requiere a una persona de tiempo completo para las distintas tareas de operación que la planta de tratamiento requiere. En este manual no se define las calidades y cualidades que debe tener el operador, pero como mínimo deberá ser capaz de llevar a cabo las tareas rutinarias, analizar resultados de medición de lodos y tomar decisiones tales como definir cuando la planta de tratamiento requiere purga de lodos. El perfil del operador es el siguiente: Graduado de nivel medio, de preferencia carretera técnica

EQUIPO NECESARIO PARA OPERAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO

El equipo que se requiere para llevar a cabo las tareas de operación y mantenimiento de la planta es el siguiente:

EQUIPO DE PROTECCIÓN

- Botas plásticas: Se deben usar en todas las actividades de la operación que la planta de tratamiento requiere, es ideal que las botas sean con punta de acero.



- Guantes plásticos (de preferencia desechables). Éstos se deben utilizar para llevar a cabo la limpieza de la trampa de sólidos, del desarenador y trampa de grasa; además para llevar a cabo cualquier ajuste en las válvulas de las bajadas de aire, retornos de lodos y skimmers; y en cualquier otra actividad en donde exista riesgo de contaminación de las manos del operador.



**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



- Mascarilla: La planta de tratamiento no genera mal olor, sin embargo; la limpieza de la trampa de sólidos, desarenador y trampa de grasa es recomendable utilizarla; además se protege la boca y la nariz de posibles salpicaduras.



- Lentes de protección: Se utilizan principalmente para evitar salpicaduras de lodo en los ojos del operador, se recomienda utilizarlos en todas las actividades que la operación de la planta de tratamiento requiera.



- 2 Probetas de 1000 mL. Cada una: Se utilizarán para la medición del % de lodos en el proceso de digestión.



- Manguera: Se usa principalmente para llevar a cabo la limpieza de la planta de tratamiento.
- Pala: Es necesario contar con una pala para poder llevar a cabo la limpieza del desarenador, con ella deberán removerse todas las arenas que se acumulan en el fondo del desarenador.
- Cepillo: Éste se utilizará para llevar a cabo la limpieza en las placas paralelas del sedimentador, esto se hará necesario eventualmente y se deberá establecer como criterio de ejecución, la evaluación física de la cantidad de lodo acumulado entre las placas o la generación de turbulencia en los laterales de las lamelas.

Es importante que en administración se pueda contar con:

- Un medidor de oxígeno disuelto portátil
- Un pH metro portátil



Estos dos últimos son equipos que deberá manejar el ingeniero a cargo del operador (Supervisor) de la planta, para llevar a cabo controles de oxígeno disuelto y pH. Esto se recomienda llevarlos a cabo una vez al mes.

ARRANQUE BIOLÓGICO

El proceso de arranque biológico de la planta de tratamiento consiste en balancear las capacidades de la planta; es decir la aireación, la mezcla y el tiempo de aireación, contra el caudal que trata. Dado que el caudal de dos plantas no es exactamente igual, es imposible, que una planta quede en perfecto funcionamiento en el momento de su arranque. Primero lo único que se puede hacer es determinar el caudal de entrada, dimensionar la planta y hacer algunos balances iniciales. De aquí en adelante, lo único que se puede hacer es observar el funcionamiento de la planta por unas 10 semanas y hacer los ajustes basados en estas observaciones. Este balance fino de la planta es llamado "El Arranque Biológico de la Planta".

Durante el arranque biológico de la planta su eficiencia es baja ya que aún no se ha generado el lodo activado con el contenido de bacterias adecuado para llevar a cabo el proceso de tratamiento, sin embargo los ajustes que se realicen durante esta etapa determinarán en gran medida la eficiencia del proceso, no hay ninguna duda de que todas las plantas deben de recibir una especial atención al arrancar para que puedan trabajar en optimas condiciones. Un programa de arranque consciente llevará a la planta a trabajar a un estado óptimo en poco tiempo, pero si no hay un programa de arranque o es pobre, la planta nunca llegara a ser eficiente.

Durante el arranque de la planta, existirá un acompañamiento de ECOTEC y del CLIENTE, un trabajo en conjunto para darle atención especial, para que la planta haga el trabajo que se pretende que haga. Las visitas del diseñador deberían de ser coordinadas con el cliente para poder resolver las dudas que el operador pueda tener y a la vez darle instrucciones respecto al mantenimiento.

Normalmente el arranque biológico de la planta debería de durar unas 10 semanas. Durante este periodo, en el cual el se desarrolla el lodo activado, se debe de balancear la planta.

Generación del Lodo Activado

El caudal de entrada de la planta contiene bacterias en estado pasivo, las cuales son estimuladas a trabajar por el abundante abastecimiento de oxigeno en el tanque de aireación. Esta bacteria

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



está en la capacidad de absorber y digerir rápidamente el material orgánico en el agua servida y transformarlo en el lodo activado. Dado que el tanque de aireación de un ambiente ideal para la bacteria, esta se multiplica rápidamente y pronto son suficientes para oxidar hasta el 90 % del material orgánico presente en el agua cruda.

El lodo activado atrae las partículas finas hacia él, así como un imán atrae partículas de hierro. Normalmente estas partículas son tan pequeñas que no se sedimentarían por gravedad. Pero debido a su característica de aglomeración, cuando el lodo se sedimenta en el sedimentador arrastra las partículas pequeñas con él.

Normalmente el arranque de la planta sirve en gran medida para desarrollar un conocimiento del lodo activado. En algunos casos el dueño de la planta pueda querer acelerar el proceso del arranque de la planta, esto se puede lograr, “sembrando” la planta, es decir introduciéndole lodo activado de otra planta que ya esté trabajando. A pesar de que sembrar una planta pueda acelerar el proceso de arranque, debe recordarse que hasta una planta que reciba lodo activado de otra puede deteriorarse y no trabajar adecuadamente, si no se le dan los ajustes necesarios.

Durante su desarrollo, el lodo activado es muy pegajoso y tiende a pegarse a la pared de la planta. Es por eso que durante las primeras semanas de la operación de la planta, el lodo debería de ser raspado de las paredes. Si se observa lodo en las paredes del sedimentador, el raspado de las paredes deberá hacerse despacio y suavemente hacia abajo para que el lodo no flote, en dado caso esto ocurra se deberá de sacar y regresar al tanque de aireación. Estos sólidos flotantes aumentan el nivel del agua y reducen la calidad del agua tratada.

Si se deja que estos lodos se formen en las paredes, al cabo de un tiempo estos se desprenderán y llegarán al fondo del sedimentador tapando el retorno de lodos, lo que provocará una disminución en la eficiencia de la planta. Naturalmente, una planta que presente estas condiciones provoca que el tiempo de arranque sea más prolongado.

Cuando se ha alcanzado el desarrollo del lodo activado dentro de la planta de tratamiento, se observa un cambio en las características físicas del contenido de la misma, y el agua pasa de tener un aspecto líquido y jabonoso de color café claro a tener un aspecto más viscoso y de color café oscuro (“Café – Chocolate”). Bajo estas condiciones el lodo activado ya no es pegajoso y no se pega a las paredes. Cuando esto ocurre, es posible eliminar la limpieza diaria de las paredes, pero esto solo se puede lograr con un monitoreo de la planta. Aun cuando este raspado no se deba de hacer a diario este no se deberá de dejar de hacer en un lapso mayor de una semana.



Aire, Mezcla y Ajustes de los Ciclos

Los niveles de oxígeno y el grado de mezcla en el tanque de aireación de la planta de tratamiento, deben de ser determinados por la cantidad de aire que esta siendo introducida. Por esta razón, ajustar el nivel de mezcla en el digestor aeróbico (tanque de aireación) es una tarea indispensable que se deberá llevar a cabo durante el período del arranque biológico de la planta.

Los ajustes de la mezcla y aireación en el digestor biológico pueden lograrse por medio de la regulación de la válvula de cada una de las barras de difusores. Normalmente las plantas aeróbicas se diseñan para que trabajen el 75 % del tiempo, sin embargo dependiendo de las condiciones bajo las cuales la planta esté operando puede variar.

El ajuste individual de las válvulas debería de usarse para regular el aire para proveer una mezcla mas uniforme. Una mezcla mas uniforme simplemente significa que el aire debería moverse más uniformemente alrededor de la planta. Las válvulas no se deberían de mover de su graduación inicial, esto hace posible que se mantenga una alta velocidad de mezcla en el tanque de aireación y mantener y controlar el nivel deseado de oxígeno disuelto.

Cualquier variación en la planta deberá de dejarse funcionar unas 48 horas para poder ver los resultados, si la variación fue satisfactoria los resultados se verán en un lapso no menor de 48 horas.

Regulación del Retorno de Lodos

Un factor muy importante en el proceso del tratamiento, es el retorno de lodos sedimentados, desde el tanque de sedimentación hacia el digestor biológico (tanque aireación). Para retornar el lodo desde la unidad de sedimentación, se cuenta con un registro a la par de éste, el cual tiene comunicación con la unidad de sedimentación por la parte inferior, en el registro se ha instalado una bomba de lodos la cual tiene un programa de operación que se deberá ajustar según sea necesario y que responde a la generación de lodo en el sistema. Al inicio se arranca la planta, con una tasa de retorno de lodos alta, con el objetivo de que se genere el crecimiento de bacterias y la calidad de lodo deseada sea alcanzada lo más rápido posible, sobre la marcha se deberá definir si el caudal debe corregirse, esto se puede efectuar en primera instancia con la válvula de bola que se tiene instalada en la tubería de retorno de lodos y de ser necesario desde el programador electrónico que se encuentra en el panel de control de la planta de tratamiento.



Cuando el lodo activado empiece a formarse, el contenido del tanque aireación debería de perder el color gris y tornarse café claro. También debería de originarse un olor a tierra mojada, y cuando el volumen de lodo activado aumente, el color café se torna más oscuro.

Un exceso en el retorno de lodos puede causar que se descarguen sólidos con el efluente de la planta de tratamiento. Esto se puede determinar fácilmente, observando la descarga del retorno. Si la succión es muy rápida no deja tiempo para que ocurra la sedimentación en el tanque, y crea una corriente en el tanque de sedimentación que hace que los sólidos asciendan y sea finalmente descargados de la planta. Si esto ocurre la válvula de aire deberá de ser cerrada un cuarto de vuelta al día hasta que la planta deje de perder sólidos. Por el contrario, el retorno de lodos no puede estar tan cerrado que la descarga del retorno de lodos este a menos de un cuarto de lleno. Siempre reduzca el flujo del retorno de lodos lentamente y con cuidado, porque una disminución brusca del caudal de retorno de lodos puede dañar la bomba.

Ajustes del Arranque

Estos ajustes del arranque de la planta son basados en la apariencia del líquido de la planta y de su descarga final. El balance de aireación y del retorno de lodos debería de ser ajustado hasta que la planta alcance el nivel de eficiencia que se espera. A continuación se da una lista de chequeo para el arranque, para que se le pueda dar un ajuste fino, para que la planta llegue a su eficiencia máxima. Normalmente los ajustes dados a continuación son los que se pueden necesitar, pero una lista más completa se dará mas adelante.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



Lista de ajustes de Arranque, llevado a cabo por el operador de la planta con el acompañamiento del diseñador.

| Color del caudal de entrada | Color del tanque de Aireación | Color del tanque de Sedimentación | Color del retorno de lodos | Olor | Condición de la Planta | Ajuste necesario para eliminarlo |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Gris | Café - Chocolate | Claro | Café - Chocolate | Tierra mojada | Buena | Ninguno |
| Gris | Café - Chocolate | Claro | Café - Chocolate | Tierra mojada | Exceso de espuma | Normal en Arranque |
| Gris | Café - Chocolate | Oscuro | Claro | Penetrante | Sólidos en la Descarga | Reducir el retorno de lodos |
| Gris | Café claro | Café claro | Claro | Ligeramente Penetrante | Sólidos flotando en T. Sedimentación | Raspar el Tanque de Sedimentación |
| Gris | Café claro | Café claro | Café claro | Ligeramente Séptico | No sirve el retorno de lodos | Retrolavar el retorno de lodos |
| Gris | Rojo | Rojizo | Café claro | Ninguno | Mezcla excesiva | Reducir la Aireación |
| Gris | Negro | Negro | Negro | Séptico | Aireación Insuficiente | Aumentar la Aireación |

RECUERDE:

PAREDES: Raspar suavemente todos los días durante el arranque.

VALVULAS DE AIRE: Usar las válvulas para manejar la mezcla del tanque de aireación. Para cambiar la cantidad de aire utilizar el programador (recuerde que esta operación se lleva a cabo automáticamente).

VALVULAS DE RETORNO DE LODOS: Dejarla 100% abierta hasta que se formen los lodos activados. Ajustar la válvula, cerrándola $\frac{1}{4}$ de vuelta cada día, hasta que se alcance el caudal deseado de retorno.



PLAN RUTINARIO DE MANTENIMIENTO

Luego de que se terminó el periodo de arranque biológico y para que la planta siga trabajando a máxima eficiencia, deberá de dársele un mantenimiento diario. El desempeño de una planta, que no se le da mantenimiento diario, siempre será menor que una con un buen mantenimiento. Un mantenimiento diario, parecería un poco de trabajo extra, pero es aceptable si consideramos que una planta bien operada dará mejores resultados de tratamiento, tendremos menos problemas mecánicos y se requerirá de menos mantenimiento general.

Chequeo de las Barras de Difusores

Nuestras plantas de tratamiento utilizan difusores de burbuja fina, los cuales se encuentran instalados en el fondo del tanque de aireación y del digestor de lodos, por lo menos una vez al año es necesario chequearlos y limpiarlos.

Cada barra de difusores tiene su propia válvula de aire, que debería de utilizarse para controlar la mezcla y la rotación uniforme del contenido del tanque. Una mezcla uniforme y la rotación del tanque son absolutamente necesarias para un buen tratamiento, así que ajuste cuidadosamente las válvulas para lograr esto. Nunca use las válvulas para detener el funcionamiento de la planta, pues éstas son solo para ajustar la mezcla y la rotación.

Inspección del Retorno de Lodos

Se deberá revisar que la bomba de retorno de lodos opere todos los días, esto implica chequear que se cumpla con los horarios de operación, además se deberá tener el cuidado necesario de que la bomba opere con el caudal deseado, el mismo no se puede medir, pero se puede definir teniendo el cuidado de llevar el control desde el principio del caudal que se logra observar que es retornado al tanque de aireación.

Limpieza de Paredes

Para prevenir que se formen tiras de lodos en la pared, esta debe de raspase suavemente, diariamente y teniendo cuidado de no causar mas turbulencia de la necesaria en el tanque de sedimentación.



Inspección de las Válvulas de Aire

Estas se deberán de chequear a diario, en busca de problemas muy obvios. Para chequear las fugas se deberán de cerrar las válvulas y ver si no hay burbujas saliendo. Se recomienda utilizar agua con jabón en las válvulas para detectar fugas en las válvulas, este mismo procedimiento se debe de llevar a cabo en las válvulas del retorno de lodos.

Verificación de la Concentración de Lodos

Con la ayuda de la probeta de 1000 mL., efectuar una toma de muestra durante la fase de aireación de la planta de tratamiento. El procedimiento es el siguiente:

- Verificar que la planta haya operado por lo menos por 5 minutos antes de tomar la muestra.
- Con la planta en operación y verificando que el punto del digestor en donde se tome la muestra haya una aireación que permita una mezcla adecuada, tomar la muestra de lodo (usar todo el equipo de protección). Para ello se deberá sumergir la probeta y tomar una muestra de 1,000 ml.
- Dejar reposar la probeta sin moverla por un periodo de 30 minutos de efectuado el muestreo.
- Durante los 30 minutos de reposo, se producirá una separación del lodo de agua clara, el lodo se depositará en el fondo de la probeta y por encima de él se observará agua clara.
- Después de los 30 minutos determinar el % de lodo. Este porcentaje está dado por el nivel del lodo dentro de la probeta, por ejemplo si el lodo se ha asentado hasta los 300 mL, quiere decir que hay $(300 / 1,000)$ 30 % de lodos, si el lodo se ha asentado hasta los 800 mL, quiere decir que hay $(800 / 1,000)$ 80 % de lodos.



El criterio para la purga o extracción de lodos del sistema será la siguiente:

| | |
|---------------------|--|
| < 60 % de Lodos: | No es necesaria la extracción de lodos. |
| 60 – 70 % de Lodos: | Se recomienda la extracción aunque no es imprescindible. |
| >70 % de Lodos: | Se recomienda la extracción de lodos. |



Extracción de Lodos

La extracción de lodos se lleva a cabo abriendo la válvula de llenado del digestor de lodos y cerrando la válvula de retorno de lodos hacia el tanque de aireación (la cual normalmente permanece abierta), al funcionar la bomba de retorno de lodos, éstos son acumulados en el digestor y se debe llevar hasta el mismo nivel hidráulico del tanque de aireación, cuando éste se alcance; se deben volver a abrir la válvula de retorno de lodos hacia el tanque de aireación y a cerrar la válvula de llenado del digestor de lodos.

El procedimiento para la extracción de lodos del sistema es el siguiente:

1. 24 Hora antes de la extracción de lodos, se debe bajar el flipón de la bomba de retorno de lodos.
2. Después de que hayan transcurrido las 24 horas de que se suspendió el flujo de retorno de lodos, proceder a cerrar la válvula de retorno de lodos hacia el tanque de aireación y abrir la válvula de llenado del digestor de lodos.
3. Subir el flipón de la bomba de retorno de lodos y proceder a evacuar los lodos hasta alcanzar un nivel de lodo similar al tanque de aireación en el digestor de lodos.
4. Cuando se haya alcanzado el nivel de lodo deseado en el digestor, proceder a bajar el flipón de la bomba de retorno de lodos y regresar las válvulas a su posición original.
5. Abrir las válvulas de aireación del digestor de lodos. Verificar que no haya una disminución de la mezcla en el tanque de aireación, de ser necesario corrija por medio de las válvulas de cada bajada de aire.
6. Verificar que haya flujo de retorno de lodos hacia el tanque de aireación.

Los lodos se deberán digerir y espesar en el tanque digestor de lodos por un periodo entre 10 - 15 días, después de los cuales deberán bombear hacia el filtro prensa para llevar a cabo su deshidratación, en donde se eliminará la humedad, para disponerlos finalmente como abono o desecho sólido.

Procedimiento para la Deshidratación de lodos

Deberá dársele el adecuado volteo al lodo para que se seque homogéneamente por medio de un rastrillo. Tapar toda gotera en las láminas. Es recomendable agregar cal para evitar la concentración de mosquitos y estabilizar el pH del lodo al momento de secarse.



Chequeo de los Componentes Mecánicos y Eléctricos

Siempre se debe de desconectar la bomba y los circuitos eléctricos antes de chequear los mismos. Los fusibles se deberán de chequear semanalmente y de ser necesarios deberán de ser remplazados. Una vez al año se deberá de realizar un chequeo general, es decir cables, conexiones, etc., y cambiarlos de ser necesario.

NOTA: Para mayor información favor consultar el manual de los sopladores Kaeser proporcionado por AMSCLAE.

Inspección de Fajas

Se deberán de chequear la tensión de las fajas, si están muy libres; la polea dará varias vueltas antes de que la faja comience a girar. Si esto sucede se deberán de tensar las fajas. Este chequeo debería de ser realizado mensualmente. También las poleas deberán de estar debidamente alineadas para su buen funcionamiento.

Chequeo de los Circuitos Eléctricos

El PLC deberá de ser chequeado semanalmente para verificar que mantenga bien la hora. Los fusibles se deberán de chequear semanalmente y de ser necesarios deberán de ser remplazados. Una vez al año se deberá de realizar un chequeo general, es decir cables, conexiones, etc., y cambiarlos de ser necesario.

Operación del Pre-tratamiento

El pre-tratamiento deberá de ser chequeado a diario para evitar que, material no biodegradable llegue a la planta, es necesario remover sólidos (trapos, plásticos, etc.) para evitar que se colmaten en las rejillas y se acumulen también heces fecales que pueden provocar malos olores si no son eliminados oportunamente.

El desarenador también debe ser limpiado a diario para remover la arena que se acumule en el dispositivo, de no hacerlo con la frecuencia indicada; cuando se realice se sentirán malos olores y el proceso de limpieza será más desagradable de llevarse a cabo por parte del operador.

La trampa de grasa se deberá limpiar su superficie cuando visualmente se noten sólidos, las grasas normalmente se acumulan contiguo a la cortina.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



Todo los materiales removidos del tratamiento primario, se deberán disponer como desechos sólidos y para ello se deberán usar bolas plásticas, las cuales deben permanecer después de ser utilizadas cerradas completamente, de ser posible selladas con alambre de amarre o cinchos plásticos; el dejar las bolsas abiertas producirá malos olores.

Caudal de Salida

Este se deberá de chequear que sea sin color, ni olor. El caudal de la planta de Los Cebollales fluye hacia su disposición final fuera del área de la planta de tratamiento.

Pintura

Se deberá de limpiar, raspar si es necesario y pintar cuando el caso lo amerite.

Limpieza

La planta y sus alrededores deberán de ser limpiados a diario. Las plantas y las paredes deberían de ser limpiadas con un chorro de agua. Una vez al mes se deberían de lubricar las partes móviles. Recordar cerrar la puerta de la caseta antes de alejarse de la planta.

Sopladores

El soplador toma aire del medio ambiente y lo descarga por medio de los impulsores. Las partes móviles deberán de ser lubricadas cada mes con Aceite Especial. Se deberá hacer limpieza para remover el polvo por lo menos una vez al mes.

Desinfección

La desinfección del agua tratada se lleva a cabo a través de la dosificación por medio de bombas de una solución madre de hipoclorito de calcio al 10%, la cual a diario se deberá preparar.

**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA
DEL LAGO DE ATITLAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE-
Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A**



| Lista de Actividades de Mantenimiento a llevar a cabo por el operador de la planta de tratamiento | | | | |
|--|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| Actividad | Diaria | Semanal | Mensual | Anual |
| Limpieza de la trampa de solidos y trampa de grasa | X | | | |
| Chequeo de las barras de difusores | X | | | |
| Inspección de los retornos de lodos | X | | | |
| Limpiar paredes | X | | | |
| Limpiar superficie del Tanque de Sedimentación | X | | | |
| Verificación de la concentración de lodos | | | X | |
| Extracción de lodos | DEPENDE DEL RESULTADO DEL % DE LODO | | | |
| Inspección de las válvulas de aire | | | X | |
| Chequear las poleas y fajas | | X | | |
| Chequeo de los circuitos eléctricos | | | X | |
| Chequear las conexiones eléctricas | | | | X |
| Chequear el olor y color de salida | X | | | |
| Chequear la estabilidad de la salida | X | | | |
| Limpiar y pintar las partes metálicas | | | | X |
| Limpieza de la planta | X | | | |
| Chequear los fusibles | | | X | |
| Chequear el aceite | | | X | |
| Lubricar las partes móviles | | | X | |
| Limpiar el motor | | | X | |
| Limpiar la válvula de aire | | | X | |
| Limpiar el filtro de aire | | | X | |
| Chequear bombas dosificadores y solución de cloro | X | | | |

AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATTILAN Y SU ENTORNO -AMSCLAE- Panajachel, Sololá, Guatemala, C. A



Ajustes de rutina

| COLOR EFLUENTE | COLOR AIREACIÓN | COLOR SEDIMENTACIÓN | COLOR RETORNO LODOS | OLOR | CONDICIÓN | AJUSTE |
|----------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------------------|------------------------------|
| Gris | Café chocolate | Claro | Café Chocolate | Tierra húmeda | Buena operación | Ninguno |
| Gris | Café chocolate | Claro | Café chocolate | Tierra húmeda | Espuma en exceso | Normal en arranque * |
| Gris | Café chocolate | Obscuro | Claro | Mohoso | Sólidos en el efluente | Reducir el retorno de lodos |
| Gris | Café claro | Café claro | Claro | Mohoso ligero | Sólidos flotando en sedimentador | Rascar la tolva con suavidad |
| Gris | Café claro | Café claro | ----- | Séptico ligero | No hay retorno de lodos | Retro lavar línea de lodos |
| Gris | Rojo | Rojizo | Café claro | Ninguno | Sobremezclado | Reducir la aireación |
| Gris | Negro | Negro | Negro | Séptico | Aireación pobre | Aumentar aireación |

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



SALUD Y NUMERO DE OPERADORES

Se considera que por el tipo de aguas que hay dentro del proceso de tratamiento y las características del equipo y de la obra civil, es de suma importancia que los operadores tomen en cuenta las siguientes medidas.

a. Primeros Auxilios.

Es obligado que los operadores cuenten con un botiquín de primeros auxilios para aplicarse alcohol y/o algún bactericida al tener alguna cortadura.

b. Medidas de Higiene

- ✓ No ingerir bebidas ni comidas durante las horas de servicio
- ✓ Lavarse las manos con desinfectante al terminar las labores
- ✓ Evitar contacto directo con las aguas
- ✓ No tocarse la boca al momento de hacer las tareas
- ✓ Cambiarse de ropa al terminar las tareas.
- ✓ Al manejar el cloro usar guantes.

c. Controles médicos.

- ✓ Vacunarse contra el tétano
- ✓ Efectuarse cada 3 meses un examen de heces y orina.
- ✓ Hacer un examen completo de heces y orina al iniciar la operación de la planta

d. Controles de registro de la institución.

- ✓ La unidad de seguridad ocupacional del complejo deberá llevar un registro de las enfermedades que puedan padecer los operarios
- ✓ Los operarios deben informar a sus jefes superiores de cualquier síntoma de enfermedad a la mayor brevedad posible para que se evalúe la necesidad de una consulta médica.

Número de Operadores: Mínimo 3 operados de planta, tomando en cuenta que el funcionamiento es de 24 horas.