Cuadro No. 3.2 Resolución 0631/2015 -Vertimientos

PARAMETRO	UNIDAD	RES 631de 2015 art 8. ARD YARnd carga mayor a 625,00 kg/día y menor o igual a 3.000,00 kg/día DBO5
ACEITES Y GRASAS	mg/L	20
DBO5	mg/LO2	90
DQO	mg/LO2	180
NITRATOS	mg NO3-N/L	Analisis y reporte
NITRÓGENO AMONIACAL	mg N-NH3/L	Analisis y reporte
NITRÓGENO TOTAL	mg/L N	Analisis y reporte
NITRÓGENO NITRITOS	mg N-NO2/L	Analisis y reporte
ORTOFOSFATOS	mg P-PO4/L	Analisis y reporte
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	90
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/L	5
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	mg/L	Analisis y reporte
HIDROCARBUROS TOTALES	mg/L	Analisis y reporte
FÓSFORO TOTAL	mg/L	Analisis y reporte
CLORUROS	mg Cl-/L	Analisis y reporte
SULFATOS	mg/L SO42	Analisis y reporte
SULFUROS	mg/L	Analisis y reporte
ARSENICO	mg/L	-
ALUMINIO	mg/L	Analisis y reporte
BERILIO	mg Be/L	-
BORO	mg B/L	-
CADMIO	mg Cd/L	0.1
CINC	mg Zn/L	3
CROBRE	mg/L	1
CROMO TOTAL	mg/L	0.5
COBALTO	mg Co/L	-
CLORO RESIDUAL	mg Cl2/L	-
COLOR REAL 436NM	m-1	Analisis y reporte
COLOR REAL 525NM	m-1	Analisis y reporte
COLOR REAL 620NM	m-1	Analisis y reporte
CROMO TOTAL	mg Cr/L	-
MERCURIO	mg/L	0.02
NIQUEL	mg/L	0.5
PLOMO	mg/L	0.5
ACIDEZ TOTAL	mg/L CaCO3	Analisis y reporte
ALCALINIDAD TOTAL	mg/L CaCO3	Analisis y reporte
DUREZA CÁLCICA	mg/L CaCO3	Analisis y reporte
DUREZA TOTAL	mg/L CaCO3	Analisis y reporte
FENOLES	mg/L	-
FLUORUROS	mg F/L	-
FOSFORO TOTAL	mg P/L	-
LITIO	mg Li/L	-
MANGANESO	mg Mn/L	-
MOLIBDENO	mg Mo/L	-
SELENIO	mg Se/L	-
SODIO	mg Na/L	-
TENSO ACTIVOS	mg/L	-
VANADIO	mg V/L	-

Cuadro No. 3.3 Decreto 1076 de 2015 - Criterios de calidad para uso agrícola

ARTÍCULO 2.2.3.3.9.5. TRANSITORIO. ***Criterios de calidad para uso agrícola.*** Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola son los siguientes:

Referencia	Expresado como	Valor
Aluminio	Al	5.0
Arsénico	As	0.1
Berilio	Be	0.1
Cadmio	Cd	0.01
Cinc	Zn	2.0
Cobalto	Co	0.05
Cobre	Cu	0.2
Cromo	Cr^{+6}	0.1
Flúor	F	1.0
Hierro	Fe	5.0
Litio	Li	2.5
Manganeso	Mn	0.2
Molibdeno	Mo	0.01
Níquel	Ni	0.2
pH	Unidades	4.5 - 9.0 unidades.
Plomo	Pb	5.0
Selenio	Se	0.02
Vanadio	V	0.1

Parágrafo 1o. Además de los criterios establecidos en el presente artículo, se adoptan los siguientes:

a) El Boro, expresado como B, deberá estar entre 0.3 y 4.0 mg/1 dependiendo del tipo de suelo y del cultivo.

b) El NMP de coliformes totales no deberá exceder de 5.000 cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.

c) El NMP de coliformes fecales no deberá exceder de 1.000 cuando se use el recurso para el mismo fin del literal anterior.

Cuadro No. 3.4 Resolución 1526/2021 – Uso Agrícola del agua

Variable	Unidad de Medida	Valor Límite Máximo Permisible
Conductividad	µS/cm	1.500,0
Fenoles Totales	mg/L	0,2
Hidrocarburos Totales	mg/L	1,0
Cianuro Libre	mg CN^-/L	0,20
Cloruros	mg Cl^-/L	300,0
Fluoruros	mg F^-/L	1,0
Sulfatos	mg SO_4^{2-}/L	500,0
Mercurio	mg Hg/L	0,001
Sodio	mg Na/L	200,0
Antimonio	mg Sb/L	0,1
Cloro Total Residual (con mínimo 30 minutos de contacto)	mg Cl_2/L	< 1,0
Nitratos (expresado como N)	mg/L	11,0

Cuadro No. 3.5 Resolución 1287/2014 – Uso de Biosólidos

CRITERIO	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	CATEGORIA BIOSÓLIDO	
			A	B
QUÍMICOS- METALES Concentraciones máximas	Arsénico (As)	mg/ Kg de biosólido (base seca)	20.0	40.0
	Cadmio (Cd)		8.0	40.0
	Cobre (Cu)		1,000.0	1750.0
	Cromo (Cr)		1,000.0	1500.0
	Mercurio (Ha)		10.0	20.0
	Molibdeno (Mb)		18.0	75.0
	Níquel (Ni)		80.0	420.0
	Plomo (Pb)		300.0	400.0
	Selenio (Se)		36.0	100.0
	Zinc (Zn)		2000.0	2800.0
MICRO BIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	Unidades Formadoras de Colonias - UFC/g de biosólido (base seca)	<1,00 E (+3)	<2,00 E (+6)
	Huevos de Helmintos Viables	Huevos de Helmintos viables/ 4 g de biosólido (base seca)	<1,0	<10,0
	Salmonella sp.	Unidades Formadoras de Colonias - UFC/en 25 g de biosólido (base seca)	Ausencia	<1,00 E (+3)
	Virus Entéricos	Unidades Formador as de Placas-UFP / 4 g de biosólido (base seca)	<1,0	-

Adicionalmente, se acoge las consideraciones exigidas en la Resolución 1223 de 2021 descritas por la autoridad ambiental CORTOLIMA.

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

4. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Ecotech Systems

4. GENERALIDADES DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Los tratamientos biológicos, o de nivel secundario, se fundamentan en la actividad del metabolismo microbiano para la degradación de sustancias contaminantes. Esta actividad microbiana ocurre bajo condiciones ambientales generadas de manera consciente por el hombre para reducir la contaminación del agua.

De acuerdo con la literatura, en la mayoría de los casos con un análisis y control adecuados del entorno, es posible tratar por vía biológica la totalidad de las aguas residuales[1], lo que abre una alternativa para la depuración de las aguas sin implementar gran número de procesos.

Los objetivos del tratamiento biológico en la depuración de ARD (Aguas Residuales Domésticas), incluyen la eliminación de sólidos solubles (coloidales no sedimentables), la estabilización de la materia orgánica, y la eliminación de nutrientes (fósforo y nitrógeno).

Existen diferentes configuraciones para el tratamiento biológico, pero en líneas generales están compuestos por tanques (reactores) donde se promueven las condiciones aerobias, anóxicas o anaerobias, para que ocurran de manera controlada, los ciclos naturales de los microorganismos que realizan la degradación de las cargas contaminantes. Dichas cargas, son el alimento de los microorganismos y a medida que la consumen la transforman en formas mucho menos contaminantes para el medio ambiente. Los ciclos se completan con el tratamiento de los lodos o desechos generados durante los procesos biológicos, los cuales alcanzan un punto de estabilización tal que los hace adecuados para su disposición sin riesgos sanitarios generalmente con procesos únicamente de deshidratación.

Con tratamiento secundario se pueden alcanzar remociones de hasta 95% de DBO, 90% de SST, 25% de P Total y 50% de Nitrógeno orgánico[2].

El tratamiento biológico secundario puede ser aerobio o anaerobio.

Dependiendo de la forma como está presente la biomasa dentro del reactor, se tiene la siguiente clasificación:

-[1] METDALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. En: Procesos biológicos unitarios. P 409. Tercer Edición Ed. McGraw Hill.
[2] Resolución 0330/Junio 2017. Tabla 29

- **Cultivo fijo: Biomasa**: adherida en forma de partícula a un medio soporte. (Ej.: filtros percoladores, filtros anaerobios de flujo ascendente, biodiscos, entre otros).

- **Cultivo Suspendido**: Biomasa llamada "Licor Mezclado", en suspensión en el estanque. En este proceso se suministra oxígeno con aireadores mecánicos superficiales o sumergidos. La eficiencia de estos equipos se mide en KgO_2/kW/hr.

La PTAR Modular de Arboleda del Campestre tiene un tratamiento biológico de lodos activados por medio de Zanjones de Oxidación. Es decir, que la masa de microrganismos se encuentra en suspensión y en constante movimiento.

Los zanjones de oxidación son una variación de un sistema de lodos activados convencional con aireación extendida, el cual consiste en simular un flujo pistón, múltiples veces, al obligar al sustrato a realizar circuitos cerrados alrededor de un canal cerrado por medio de rotores-aireadores que impulsan el agua en una dirección determinada.

Este sistema fue desarrollado en Holanda y últimamente se ha extendido su uso en diferentes partes del mundo al haberse comprobado su efectividad en el tratamiento de las aguas residuales de poblaciones menores y medianas.

Los aireadores superficiales al girar comunican al agua contenida en los zanjones, velocidades entre 0,3 y 0,6 m/s, con tiempos de retención hidráulica entre 15 y 30 horas[3]. La operación puede ser continua o intermitente. Una vez efectuada una sedimentación en el zanjón, los afluentes nuevos desplazan el líquido clarificado.

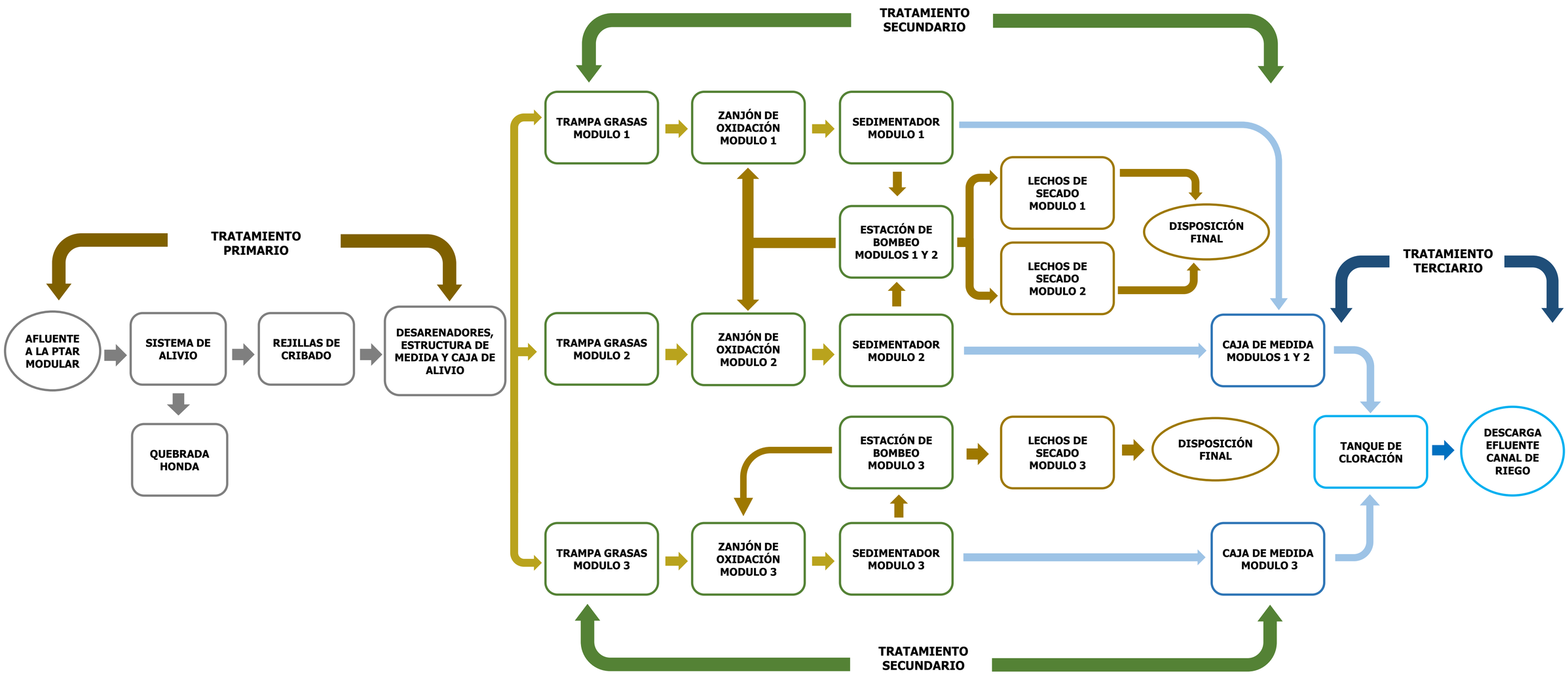
En la Figura No. 4.1 se indica el Diagrama de Flujo de la PTAR.

[3] Resolución 0330/Junio 2017. Tabla 36

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

FIGURA No. 4.1 FLUJOGRAMA DE PROCESO DE TRATAMIENTO PTAR MODULAR

Ecotech Systems



Un tren de tratamiento con zanjones de oxidación no requiere sedimentación primaria. El sistema está conformado por el zanjón, un sedimentador secundario y un sistema de manejo de lodos. Estos sistemas pueden lograr remociones de DBO entre 75% y 95% (Metcalf & Eddy, 1995) y SST del orden de 85% (UNAD, 2014). En la Resolución 0330/2017 están claramente definidos en la Tabla No. 29.

Algunos parámetros de diseño importantes que se tuvieron en cuenta para el dimensionamiento de los zanjones de oxidación se describen brevemente a continuación.

a) **Edad del lodo**

Es el tiempo de permanencia del lodo en el sistema. Para media carga, la edad del lodo o tiempo de retención celular, oscila entre 15 y 30 días.

b) **Relación F/M** (alimento/microorganismo)

Es una variable que relaciona el sustrato que ingresa al sistema (KgDBO/día) con la masa activa presente en el estanque de aireación (kg SSTLM o kg SSVLM).

Esta relación de alimento /microorganismo es dada por:

$$F/M = \frac{kgDBO/d}{SSVLM * V}$$

Dónde:

$$kgDBO/d = \frac{DBO(mg/L) * Q(m3/d)}{1000}$$

kg DBO/día: kg de alimento (carga orgánica afluente)

SSLM: Sólidos Suspendidos de Licor Mezclado Totales en el tanque de aireación

SSVLM: Sólidos Suspendidos Volátiles del Licor Mezclado. (aprox. 40 - 70% de SSLM)

V: Volumen del tanque de aireación (m3).

Para el caso de procesos de media carga la razón F/M fluctúa entre:

0,05 y 0,25 ((Kg. DBO) / (Kg. SSVLM/d)).

c) Producción de lodos

La relación entre edad de lodo y F/M se obtiene partir de:

$$\theta c = \frac{1}{Px * F / M}$$

Siendo

F/M: (Kg. DBO) / (Kg. SSLM/d)

Px: Cantidad de lodo de exceso que se produce en el tratamiento biológico.

d) Tiempo de retención hidráulico

Teóricamente es la relación entre el caudal a tratar y el volumen del depósito de aireación, o el tiempo que permanece el agua dentro del reactor. Este oscila entre 15 a 30 horas para los zanjones de oxidación.

Algunos de estos parámetros, son también parámetros de operación los cuales se pueden controlar o variar durante la operación para cambiar las condiciones ambientales dentro del reactor y ajustar la eficiencia o funcionamiento del reactor. Estas variaciones se describirán más adelante dentro de este manual.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

5.1. DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Las aguas residuales de la urbanización se concentran en el Pozo No. 3, que ingresa el agua a la estructura de entrada a la PTAR. El canal de acceso esta provisto de un vertedero lateral que permite desviar las aguas lluvias a la red de paso directo para su descarga a la Quebrada La Honda.

Las aguas residuales continúan su trayectoria por el canal de acceso hasta alcanzar el sistema de cribado. El material sólido es retirado de las rejillas y llevado a un lecho de secado para su deshidratación antes de su disposición final.

Las aguas residuales despojadas de material sólido llegan a la estructura de distribución de caudales para alcanzar dos desarenadores provistos con sendas compuertas para direccionar el flujo a la unidad, o unidades deseadas.

A un costado de los desarenadores se cuenta con una cámara independiente para el secado de arenas y para que al momento de vaciar los desarenadores se retengan las partículas gruesas contenidas en el agua. La arena es almacenada para su posterior traslado al lecho de secado, los lixiviados y las aguas de drenaje son conducidas al sistema de tratamiento de la planta. Para el Módulo 1 se conducen por gravedad, para los Módulos 2 y 3 mediante bombeo.

La medición de los caudales que ingresan a la PTAR se lleva a cabo mediante una canaleta Parshall de un ancho de garganta W de 6” prefabricada en fibra de vidrio, dotada con una reglilla que permite la medición directa del caudal.

El agua ingresa al canal de repartición, el cual direcciona el agua hacia cada uno de los módulos de tratamiento mediante sendas compuertas de control.

De la Cámara de Repartición salen tres líneas que conducen las aguas desarenadas hasta igual número de trampa grasas y luego a los reactores biológicos.

Las trampas grasas retienen este material, el cual es removido de forma manual y llevado a un lecho de secado del Módulo 1 para su deshidratación. El agua sale mediante una tubería que las conduce por gravedad a cada uno de los módulos de tratamiento.

En cada reactor biológico las aguas residuales reciben aire mediante dos aireadores de 25 HP cada uno dotados con soplador de 5 HP, son de tipo burbuja fina que además de permitir la difusión del oxígeno en la masa de agua produce mezcla, agitación y desplazamiento a lo largo de la estructura.

Las aguas aireadas pasan a sendas estructuras de sedimentación de forma circular, provistas con su correspondiente sistema de barre-lodos, canaletas recolectoras de aguas sedimentadas y sistema de extracción de lodos.

Las aguas tratadas son conducidas por una red de alcantarillado, que las lleva al Tanque de Cloración, en donde por medio de mezcla con cloro gaseoso se remueven los coliformes presentes en el agua, antes de su entrega final al canal de riego que pasa al frente del lote de la PTAR.

El sistema de medida para el agua tratada se realiza mediante vertederos triangulares. Para el Módulo 1 y 2 con uno de 75 grados y para el Módulo 3 de 90 Grados.

En la estación de bombeo se encuentran las bombas encargadas de la recirculación del lodo desde el fondo de los sedimentadores hacia el zanjón y de extraer el lodo de purga hacia los lechos de secado.

El sistema de secado de lodos está conformado por lechos de secado. Los lixiviados que se producen son conducidos al tanque de bombeo para los Módulos 2 y 3, para tratamiento en los digestores biológicos.

Los lodos de sedimentación son impulsados a esta misma estructura para mantener la concentración de sólidos suspendidos en el licor mezclado de tales unidades de tratamiento.

Los lodos deshidratados son entregados periódicamente a un contratista, que cuenta con los permisos correspondientes para su disposición final de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente.

Los desechos sólidos ordinarios son recogidas por la entidad responsable en la ciudad de Ibagué para su disposición final en el botadero municipal.

El agua requerida para el funcionamiento de las instalaciones y el sistema de cloración es suministrada por la PTAP construida por Constructora Bolívar. Llega mediante tubería a la PTAR y es almacenada en tanques prefabricados para su uso diario en las instalaciones. La energía es suministrada por CELSIA que es empresa encargada del suministro eléctrico en la ciudad de Ibagué.

En el Plano No. 1 se muestra la conformación de la PTAR modular en los tres módulos implementados para el sistema de tratamiento.

5.2. CAUDAL DE LA PTAR

Para cada una de las estructuras de la PTAR el diseño se realizó de acuerdo con lo establecido por la Resolución 0330/2017, así:

.- Estructura de Entrada, tuberías de interconexión, trampa grasas, sedimentadores: Q Máximo Horario

.- Reactores del Proceso: Q Medio Mensual QMM

El caudal fue establecido así, para la PTAR es:

Q medio : 29 LPS

Q Máximo Horario : 108 LPS

Q Máximo Mensual : 48 LPS

Los diferentes módulos que conforman la PTAR, fueron diseñados y construidos para manejar los siguientes caudales máximos mensuales:

Q Máximo Mensual modulo 1: 16.67 LPS

Q Máximo Mensual modulo 2: 14.67 LPS

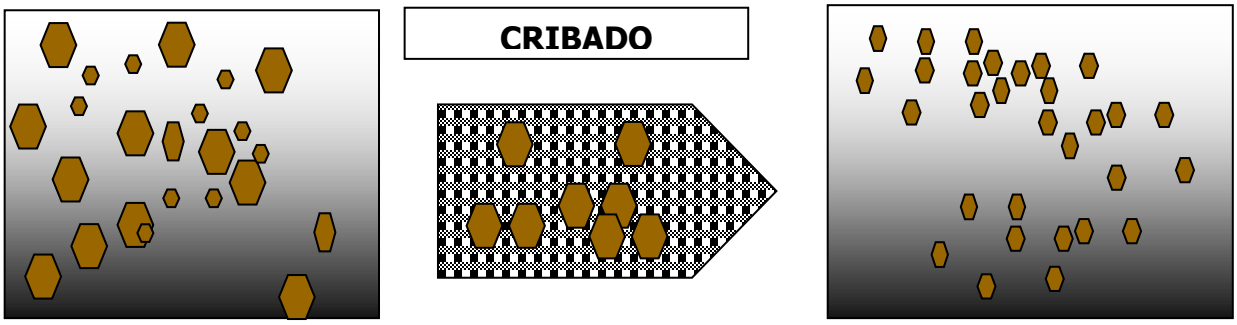
Q Máximo Mensual modulo 3: 16.67 LPS

5.3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DE LA PTAR

5.3.1. Pretratamiento

Este proceso busca la evacuación de las aguas lluvias de excesos, la eliminación de los sólidos gruesos flotantes, el desarenado y el aforo de caudales de ingreso a la PTAR. Adicionalmente se construyó el sistema de tal forma que procure la mezcla de las aguas crudas con los lodos de recirculación para propender por la eliminación de las bacterias de tipo filamentoso y lograr mejores condiciones en el sedimentador.

Figura No. 5.1 Proceso de cribado



La estructura de pretratamiento, está compuesta por una cámara de llegada con una compuerta clausurada. P**osteriormente se tiene el cribado grueso, cribado fino, dos desarenadores** en paralelo, sistema de aforo y cámara de repartición de caudales a cada módulo de tratamiento. El caudal de diseño de los componentes mencionados anteriormente es de **108 L/s**.

5.3.2. Aliviadero de Aguas de Excesos proveniente del Sistema de Alcantarillado

Se construyó un sistema de alivio provisional, mientras se define por parte de CORTOLIMA si se continúa con la construcción del previsto por Constructora Bolívar mediante tubería hacia la Quebrada La Honda. Consiste en la disposición de las aguas de alivio mediante tubería perforada en el lote aledaño a la PTAR.

5.3.3. Sistema de cribado

Está compuesto por dos rejillas manuales inclinadas 45 grados, una rejilla de cribado medio, seguida de una rejilla de cribado fino. En la parte superior de cada rejilla, se dispone de bandeja perforada para la recolección de los sólidos retenidos en cada rejilla.

La rejilla gruesa está compuesta por 12 barras (circulares) de 3/8" soldadas al marco, espaciadas 38 mm, tiene un ancho de 0.80 m y una altura total de 0.90 m.

Por su parte, la rejilla fina tiene 24 barras (circulares) también de 3/8", espaciadas 15 mm con ancho de 0.80 m y una altura total de 0.90 m.

5.3.4. Sistema de Desarenación

Posterior a la rejilla fina, se cuenta con dos desarenadores en paralelo de 0.87 m de ancho x 4.30 m de largo.

La remoción de las arenas se realiza de forma manual, y se tiene una frecuencia de mantenimiento entre 7 a 10 días.

El sistema de des arenación está conformado por las siguientes estructuras y accesorios:

.- **Tubería de θ 4"**: tubería de PVC de 4" de diámetro ranurada, que permite el vaciado del canal cuando se realice el mantenimiento y limpieza del mismo.

.- **Tolva de almacenamiento**: en la cual se deposita la arena sedimentada.

.- **Tubería de desagüe**: tubería de PVC-P de 4" de diámetro, que permite el desagüe de los desarenadores a la cámara de secado de arenas. Cada desarenador tiene válvula para el vaciado.

5.3.5. Cámara de secado de arenas

A un costado de los desarenadores se cuenta con una cámara independiente para el secado de arenas y para que al momento de vaciar los desarenadores se retengan las partículas gruesas que tenga el agua.

Esta cámara tiene unas dimensiones de 2.72 m x 2.72 m, en la parte superior tiene ladrillos instalados a junta perdida, una capa de arena, una capa de grava como soporte y una tubería perforada de 3" de diámetro en el fondo para la recolección del agua percolada.

5.3.6. Alivio caudal de excesos en el proceso

El caudal de diseño total del pretratamiento corresponde al QMH es de 108 L/s, como el Q medio mensual es de 48 L/s, se proyectó un alivio que permite evacuar todo caudal mayor a 48 L/s, ya que las estructuras siguientes están diseñadas para dicho caudal y no para 108 L/s. Este alivio consiste en un vertedero lateral que está localizado después de los desarenadores y antes de la canaleta Parshall.

Se cuenta con una compuerta que permite aislar la salida del agua por este punto si la operación así lo requiere.

5.3.7. Medición de caudales

La medición de caudales se realiza mediante una canaleta Parshall de un ancho de garganta W de 6" prefabricada en fibra de vidrio. La canaleta trae incorporada la regla de medición.

5.3.8. Cámara de repartición de caudales

Al final del canal de pretratamiento, después de la canaleta Parshall, se tiene la cámara de repartición que permite distribuir el caudal de manera equitativa a cada uno de los módulos. La división de caudal se realizará por medio de tres vertederos rectangulares de 50 cm de ancho que vierten a canales individuales de donde salen las tuberías a cada módulo de tratamiento.

5.4. SISTEMAS DE REDUCCIÓN DE GRASAS O TRAMPA GRASAS

Como se mencionó anteriormente se dispone de uno por cada zanjón de oxidación. La estructura consiste en un tanque en concreto de 4.0 m de largo x 1.0 m de ancho x 1.0 m de altura útil. El agua ingresa a la trampa de grasas por medio de un codo de 90º de 8" y sale por una TEE de 8" que descarga a la entrada al zanjón de oxidación.

5.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO SECUNDARIO

La planta de tratamiento de aguas residuales se basa en la utilización de un zanjón de oxidación en el cual las aguas residuales son depuradas, mediante un sistema de lodos activados con flujo a pistón, mezcla completa y aireación prolongada, donde se reduce la carga orgánica en un 95%.

Figura No. 5.2 Proceso zanjón

Se cuenta con tres unidades en la PTAR.

Cada zanjón consiste en un tanque de concreto de 32.00 m de largo x 12.00 m de ancho y 5.05 m de altura total, con un borde libre de 50 cm.

Cada zanjón dispone de dos zonas anóxicas (áreas curvas), donde se lleva a cabo la desnitrificación y parte de la remoción de la DBO; y dos zonas rectas aerobias, donde se lleva a cabo la oxidación de la materia orgánica o DBO y la nitrificación.

En las zonas rectas se localizan dos aireadores superficiales tipo Tritón de 25 HP y soplador de 4HP, que tiene la función, de inyectar aire (oxígeno) al agua, y de mover la masa de agua en el sentido contra horario.

El ingreso del agua residual se lleva a cabo a flujo libre por medio de una tubería de 8” dotada de su respectivo codo, para evitar salpicaduras de agua en los alrededores del zanjón.

El agua tratada sale por vertedero rectangular de 2.20 m de ancho que está ubicado en uno de los extremos del zajón hacia a una cámara de salida; y de ahí por medio de una tubería de 8”, ingresa al sedimentador secundario que está inmediatamente después del zanjón.

5.6. SEDIMENTADORES SECUNDARIOS

Consisten en unos tanques circulares con entrada de agua por la parte central por medio de una tubería de 8" que descarga en una campana metálica que tiene la función de direccionar el flujo hacia la parte inferior.

El agua clarificada se recoge por medio de un canal dentado perimetral en la parte superior; mientras que el lodo sedimentado, se extrae del fondo del sedimentador por medio de una tubería de 6" hacia la estación de bombeo.

El sedimentador tiene un diámetro externo de 10.35 m y una altura total de 4.95 m desde la parte más baja hasta la corona del muro.

Se dispone de un sistema barre lodos que gira constantemente direccionando los lodos sedimentados hacia la parte central inferior para concentrarlos en el fondo y facilitar su extracción.

5.7. DESINFECCIÓN

El agua clarificada que sale de los sedimentadores secundarios se dirige por gravedad hacia el tanque de cloración donde se lleva a cabo el proceso de desinfección.

El tanque es rectangular de 7.90 m de largo x 5.10 m de ancho, con una altura útil de 2.50 m y una altura total de 3.60 m.

Dentro del tanque se cuenta con seis (6) pantallas, con el fin de obligar al agua a realizar todo el recorrido dentro del tanque y de esta forma lograr un tiempo de retención de 30 minutos para un caudal de 48 L/s.

El agua clarificada de los sedimentadores, llega a la cámara de acceso del tanque de cloración donde por medio de un vertedero rectangular se genera una caída turbulenta que permite la dosificación y mezcla de la solución de cloro con el agua residual.

Una vez del agua termina su recorrido dentro del tanque, sale por un vertedero rectangular hacia la cámara de salida donde es transportada hasta un canal para ser aprovechada para riego.

La desinfección del agua previamente tratada se realiza con cloro gaseoso por medio de cilindros estándar de 68 kg y un dosificador e 0 a 100 lb/d de capacidad. Para poder generar dosificación de cloro gaseoso, es necesario generar un vacío en el eyector, y para ello, se cuenta una bomba reforzadora de 5 gpm de P=40 psi que succiona el agua de la cámara de entrada del tanque de cloración, genera la mezcla con el cloro gaseoso y entrega la solución de cloro en el vertedero de entrada del tanque de cloración.

La caseta de cloración está ubicada encima de la losa superior del tanque de cloración.

Esta caseta tiene unas dimensiones internas de 3.90 * 2.60 m y una altura de 2.45 m. En ella se almacenan los cilindros de cloro, la balanza y los dosificadores de cloro.

5.8. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS

El sistema de tratamiento de lodos consiste en lechos de secado.

5.8.1. Lechos de Secado

Para el Módulo 1, se cuenta con 8 celdas de secado con dimensiones de 9.00 m x 6.00 m. Para el Módulo 2 otros ocho lechos iguales al primero y para el Módulo 3 con 7 unidades similares a las anteriores.

Cada celda está conformada por una capa de grava de 20 cm, una capa de arena de 20 cm, terminado con ladrillo a junta perdida. Cada lecho dispone de una válvula de bola de 3” para apertura o cierre de la celda; y un sistema de drenaje con una tubería perforada que recoge el percolado de la deshidratación del lodo.

El lixiviado generado en las estructuras del Módulo 1, es llevado por gravedad a la Estación de Bombeo de los Módulos 1 y 2. El del Módulo 2 por bombeo a la Estación de Bombeo de los Módulos 1 y 2. El del Módulo 3 a la Estación de Bombeo del Módulo 3.

5.8.2. Estaciones de Bombeo

Se cuenta con dos estaciones de bombeo. Una para los Módulos 1 y 2 y otra para el Módulo 3.

En esta estación se encuentran las bombas encargadas de la recirculación del lodo desde el fondo de los sedimentadores hacia el zanjón y de extraer el lodo de purga hacia los lechos de secado.

Para los Módulos 1 y 2 se tienen dos bombas sumergibles de lodos de una capacidad de 20 L/s trabajando alternadamente para evitar daño por paradas prolongadas.

El tiempo de bombeo es alrededor 7.5 horas diarias para recirculación a los zanjones de oxidación del lodo y de 30 minutos adicionales para purgar el volumen de lodo de exceso.

Estos tiempos y volúmenes se han ido ajustando durante la operación de la PTAR, con base en la producción de lodos y de las concentraciones del licor mezcla dentro de los reactores.

La estación de bombeo para los Módulos 1 y 2, tiene unas dimensiones de 5.55 m por 3.54 m y 2.95 m de profundidad. La del Módulo 2 con unas dimensiones de 3.04 m por 3.50 m y una profundidad de 2.50 m.

Los lixiviados generados en el Módulo 1, llegan por gravedad a la estación de bombeo correspondiente. Los generados en los Módulos 2 y 3 son conducidos mediante bombeo, hasta la estación de bombeo respectiva.

5.9. MEDICIÓN DEL AGUA TRATADA

Se cuenta con dos cajas de medida, una para los Módulos 1 y 2 y la otra para el Módulo 3.

La primera (Módulo 1 y 2) tiene unas dimensiones de 3.0 m de largo por 2.0 m de ancho y una profundidad de 0.80 m, dotada con un vertedero triangular de 75 grados. La segunda que mide el agua tratada por el Módulo 3 tiene unas dimensiones de 4.0 m por 1.0 m y una profundidad de 0.80 m, está dotada con un vertedero triangular de 60 grados.

5.10. EQUIPOS DE LA PTAR

En la PTAR se cuenta con los siguientes:

.- Dos generadores Diesel uno de 75 KVA para los Módulos 1 y 2 y el otro de 50 KVA para el Módulo 3 con sus respectivos tables de Transferencia Automática

.- Cuatro (4) Tableros de control de motores (MCC) provistos de PLC, control de condensadores, sistema de transferencia automática, selectores manuales, luces de señal y tablero de Baja-Baja.

.- Seis (6) Aireadores, con sus respectivos Sopladores, dos por cada zanjón de oxidación.

.- Tres (3) Barre lodos, uno por cada sedimentador secundario.

.- Dos (2) Bombas de lixiviados, una para el Módulo 2 y otra para el Módulo 3

.- Un Extractor para el Cuarto Eléctrico de los Módulos 1 y 2.

.- Cinco (5) Bombas sumergibles para manejo de lodos, tres (3) para los Módulos 1 y 2 y dos (2) para el Módulo 3.

.- Una (1) bomba de 0.5 HP para evacuación de las aguas residuales de la caseta de operación.

.- Una (1) bomba de 0.5 HP que inyecta el agua requerida por el equipo de cloración.

.- Una (1) bomba de 1.0 HP, para la extracción de los lodos del tanque de cloración.

.- Un sistema hidro neumático para suministro de agua a la zona de operación.

5.11. INSTALACIONES ADICIONALES

5.11.1. Caseta de Operación

La PTAR cuenta con una caseta de operación, donde se implementó una oficina y un laboratorio de control del proceso. Se cuenta con un baño dotado con ducha para

situaciones de emergencia. En la oficina se dispone de botiquín y equipos de emergencia de acuerdo con las condiciones del sitio de ubicación de la PTAR.

Para el manejo de las aguas residuales generadas en la Caseta de operación, se tiene una bomba que las impulsa al zanjón de oxidación, para incorporarlas al sistema de tratamiento.

5.11.2. Cuartos Eléctricos y Plantas Suplencia

Se cuenta con dos sistemas uno para el Módulo 1 y 2 y el tercero para el Módulo 3.

5.11.3. Cuarto de Operarios y de Combustibles

Se dotaron las instalaciones con una zona para que los operarios puedan cambiarse, con baño para su uso y locker.

Así mismo se cuenta con un cuarto donde se almacena el combustible requerido por las plantas de suplencia.

5.11.4. Manejo de Aguas Lluvias

Se realiza mediante cunetas de sección rectangular construidas en concreto, que direccionan las aguas lluvias que se recogen en cada uno de los módulos del sistema de tratamiento y las conducen al costado suroriental del predio.

5.11.5. Iluminación exterior

Se dotó la PTAR con lámparas led de acumulación solar. Se cuenta con 27 Und dentro del predio, lo que permiten que la iluminación cumpla con las normas vigentes sobre la materia.

5.11.6. Cerramiento

La PTAR tiene un cerramiento con malla para prevenir el ingreso de personal extraño a la operación del sistema. Existe un sistema de recolección interno de aguas residuales y manejo general de aguas dentro de las instalaciones de la PTAR, así como un sistema para el manejo y direccionamiento de las aguas lluvias.

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

6. OPERACIÓN DE LA PTAR

Ecotech Systems

6. OPERACIÓN DE LA PTAR

6.1. DEL PROCESO BIOLÓGICO

La aireación extendida es una variación de los lodos activados. Se caracteriza por su prolongado periodo de aireación (> 15 horas) en contraposición de 5-8 horas normales en los lodos activados convencionales.

Este prologando periodo de aireación permite la estabilización de los lodos, razón por la cual se le conoce como "COMBUSTION EN HUMEDO" ya que evita que los lodos requieran de un proceso anaeróbico para su estabilización (reducción de materia orgánica) y facilita la deshidratación de los mismos en lechos de secado evitando producción de olores ofensivos.

Al entrar las aguas crudas a la estructura preliminar se depositan arenas y material sólido inerte para evitar que la abrasión deteriore los sistemas de bombeo y elementos de aireación ubicados aguas abajo en el proceso de tratamiento.

De esta estructura las aguas fluyen por gravedad hacia los reactores; dentro de los tanques reactores, el tratamiento biológico ocurre al permitir el crecimiento de los microbios activados mediante el contacto con las aguas residuales de tal forma que estos consumen impurezas (contaminantes orgánicos) como alimento.

Una gran variedad de microorganismos que entran en juego, consiste en bacterias, protozoos, rotíferos y hongos. Estos organismos, en presencia de oxígeno, convierten la materia biodegradable en dióxido de carbón, agua, más material celular y otros productos inertes.

Los ingredientes básicos necesarios para el tratamiento biológico, son la disponibilidad de una población bacteriana mixta, oxigeno, nutrientes (fosfatos y compuestos nitrogenados) temperatura favorable y pH. El aire se introduce en los reactores mediante aireadores de burbuja fina.

La masa de microorganismos o biomasa del tanque, es denominada lodos activados. La mezcla de lodos activados con las aguas residuales, la cual se logra durante la aireación del reactor, es denominado licor mezclado. La cantidad de biomasa de cada reactor es evaluada frecuentemente en consideración a la cantidad de sólidos presentes en el reactor, a través del parámetro de los sólidos suspendidos.

Al pasar el licor mezclado al sedimentador se produce una separación de la fase sólida y la liquida obteniéndose un agua tratada de excelente calidad. El tratamiento se logra mediante una adecuado "balance de masa" que para mantenerlo en

equilibrio se recurre a la recirculación de lodos estimado con base a la "edad del lodo"

6.2. FACTORES DE CONTROL

Un proceso de lodos activados requiere del control de algunos factores básicos con el fin de mejorar y mantener una eficiencia óptima en el tratamiento de las aguas residuales.

La utilización del substrato por la biomasa será maximizada si está presente una apropiada cantidad de microorganismos en la biomasa, si el tiempo de tratamiento es adecuado y la concentración de oxígeno disuelto en los tanques también son suficientes.

La biomasa puede ser controlada, modificando el tiempo de operación de la bomba de los lodos activados, hasta alcanzar la reducción de la DBO.

Una descarga insuficiente de lodos de desecho, puede causar la disminución de las características de sedimentación de la biomasa y puede llevar a presentar altas concentraciones de sólidos suspendidos en el efluente.

Una insuficiente concentración de oxígeno disuelto en el reactor, podría resultar en un ambiente desfavorable y, por lo tanto, reducir la rata de utilización del substrato por los microorganismos.

Las características del afluente, también deberán tenerse en cuenta para la disponibilidad de nutrientes en el agua residual; si el agua residual es deficiente en nutrientes, una cantidad de amonio y/o fósforo, debería ser agregada dentro del zanjón para balancear el crecimiento de los microorganismos.

Finalmente, se debe mantener el ambiente de la biomasa libre de sustancias tóxicas y para que **el pH se mantenga dentro del rango óptimo de 6.5 a 8.0 Unidades.**

A causa de las variaciones de estas características, el OPERADOR DEL SISTEMA tendrá que ajustar el proceso adecuadamente.

Debido a la naturaleza biológica del proceso de tratamiento, la biomasa tomara algún tiempo para re-adaptarse a los cambios. Sobre la base de dos (2) a tres (3) semanas como mínimo, antes de evaluar los cambios en la eficiencia del tratamiento biológico.

Los factores claves más importantes se describen a continuación.

.- Oxígeno Disuelto

La concentración de oxígeno disuelto (OD), debe ser monitoreada usando un medidor portátil de OD para asegurar que hay suficiente oxigeno disponible para las reacciones biológicas aeróbicas. Durante el periodo de aireación, el nivel de oxígeno disuelto normalmente debe variar entre 0.5 y 2.0 mg/L.

Un nivel de oxígeno disuelto que no alcance una concentración de 2.0 mg/L antes de terminar el periodo de aireación, podría significar que las reacciones biológicas no se completan dentro del tiempo permitido para la etapa de aireación. Por lo tanto, el tiempo de aireación podría incrementarse de ser posible.

Un valor bajo de oxígeno disuelto al final de la etapa de aireación también podría significar que la máxima carga orgánica o de nitrógeno permitida, esta excedida.

.- Agua residual, mezcla de licor y caracterización del efluente

La caracterización del afluente debe ser considerada una parte importante del procedimiento de evaluación de la planta ya que es la que valida las cargas orgánicas e hidráulicas usadas para el diseño. Esto debe ayudar al OPERADOR DEL SISTEMA para ajustar la secuencia, en especial el periodo de aireación, para alcanzar un eficiente tratamiento biológico.

La caracterización del afluente debe incluir un perfil de cargas hidráulicas, ya que este es un prerrequisito para establecer las secuencias de acuerdo con el volumen y la capacidad de aireación de los reactores. Además, se deberían tomar y analizar muestras proporcionales de caudal para los siguientes parámetros: DBO_5 (total y soluble) DQO (total y soluble), Sólidos suspendidos totales, Nitrógeno total Kjeldahl (NTK), Amonio, Fósforo total y pH.

Un análisis de Sólidos Suspendidos Totales en el licor mezclado (SSML) también debe ser monitoreado. Estos parámetros son necesarios para la evaluación de la tasa de recirculación de lodos activados.

La prueba de sedimentabilidad de los lodos también debe ser tomada como una rápida verificación de las características de separación de la biomasa.

.- Análisis biológicos

La investigación de la biomasa debe ser parte el seguimiento de los reactores. Estos pueden suministrar información invaluable acerca de la cantidad del floc, acerca de

la presencia de organismos depredadores, los cuales juegan un rol importante en la clarificación final libre de bacterias flotantes y acerca de desechos no floculados. Por ejemplo, la presencia de compuestos tóxicos en el licor mezclado puede ser fácilmente detectable a través de la ausencia de depredadores. También la observación de una alta proporción de bacterias filamentosas en la biomasa, puede indicar abultamiento de los lodos.

El examen cualitativo consiste en una observación directa de una muestra de lodos activados a través de un microscopio. Entre la información que es necesario ser reportada está: características del floculo; apreciación de la proporción relativa de bacterias filamentosas comparadas con otras poblaciones de bacterias denominadas zooglea, identificación de la presencia de microorganismos mayores protozoarios (amebas, ciliados, flagelados) rotíferos, nemátodos.

Periodos críticos para elaborar este tipo de pruebas puede ser cuando hay importantes y substanciales cambio en el afluente (variación de la carga y tipo de producción, por ejemplo) cuando la sedimentabilidad de la biomasa empieza a mostrar indicación de degradación o cuando el contenido de los sólidos suspendidos en el efluente de reactor es considerablemente alto.

.- Sedimentabilidad de los lodos

El parámetro de sedimentabilidad de los lodos provee al operador de una muy simple indicación de las características de sedimentabilidad de la biomasa y de la calidad del efluente final.

La muestra de la mezcla de licor usada para la prueba de sedimentabilidad, debe ser tomada para expresar la condición representativa existente al final del periodo de aireación. Una vez que la muestra de licor mezclado ha sido tomada, la muestra será vaciada en un cilindro graduado de un litro. El cilindro debe ser manejado con precaución para evitar cualquier agitación o aireación del licor mezclado.

La sedimentabilidad del lodo está determinada por el volumen de lodo (mL/L) que sedimenta durante 30 minutos en un cilindro de 1 litro.

El rango de valores típicos varía de 200 a 400 mL/L. Un nivel de 600 mL/L de lodos o superior, indica que es necesario descargar lodos activados en los lechos de secado, un nivel inferior a 200 mL/L posiblemente indicara que el desecho de lodos debe reducirse.

Este valor junto con la concentración de SSLM, son utilizados para calcular el índice volumétrico de lodos (SVI), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SVI(^{mL}/_{g}) = \frac{Volumen\ sedimentado(^{mL}/_{L})despues\ de\ 30\ min}{SSLM(^{mg}/_{L})}\ x1000(^{mg}/_{g})$$

.- Edad de los Lodos:

La edad de los lodos es un indicador de la cantidad de lodos que deben ser descargados con el fin de mantener una concentración ideal de biomasa en el reactor.

La edad de los lodos o tiempo de retención de sólidos biológicos, es definido como el tiempo promedio que una cantidad de biomasa permanece en el sistema de tratamiento. La ecuación de edad de lodos es como sigue:

$$SRT = \frac{MasaSolidos(aireacion)}{MasaExtraida} \qquad SRT = \frac{V * X}{Qw * X + (Q - Qw)Xe}$$

La concentración de biomasa (MLSS) en el Reactor, el rango típico sea entre 2500 mg/L a 4000 mg/L bajo condiciones de diseño.

Información adicional acerca de las características de las aguas residuales o requerimiento específico para tratamiento biológico a diferente temperatura o condiciones de pH, puede requerir ajuste en la edad del lodo.

Finalmente, la edad del lodo guiará aun efectivo control de los microorganismos responsables de la remoción de contaminantes.

6.3. OPERACIÓN DE LA PTAR

En este aparte del Manual se detallan las labores de operación que son necesarias para el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.

La buena gestión operativa de una PTAR implica lograr el desarrollo de todas las acciones, prácticas y decisiones que sirvan para llevarla hacia el logro de sus objetivos. Para el normal y exitoso funcionamiento, se deben utilizar los recursos a través de la aplicación de las técnicas más adecuadas.

La correcta operación de la planta, se verá reflejada en los resultados obtenidos mediante el seguimiento experimental de la misma, el cual permite evaluar, entre otros, los siguientes aspectos:

.- La eficiencia de la planta en distintas épocas del año y en aspectos relativos a la calidad del efluente para sus posibles usos.

.- Anomalías de funcionamiento para tomar medidas de corrección adecuadas o para evitarlas.

La operación de la PTAR contempla tanto el trabajo rutinario con frecuencia diaria, semanal o mensual, como el trabajo ocasional.

El trabajo rutinario consiste en la operación de las estructuras que determinan el funcionamiento hidráulico de la PTAR, en los muestreos y observaciones al afluente y efluente necesarios para la evaluación del funcionamiento biológico del sistema y además en la limpieza y mantenimiento de cada una de las partes que componen la PTAR.

El trabajo ocasional se refiere a la evaluación del comportamiento de la PTAR y de otros aspectos como la generación de lodos, resultante de los procesos biológicos; y elementos eléctricos de la caseta.

6.3.1. Inspección Diaria

En la PTAR se deberá hacer un recorrido diario buscando condiciones como las siguientes:

.- Condiciones de flujo en el tratamiento preliminar.

.- Comportamiento de las aguas en los sistemas de recolección de grasas.

.- En los zanjones de oxidación se debe revisar a diario el comportamiento del nivel del agua, el funcionamiento de los aireadores y la presencia de cuerpos extraños y/o espumas en las aguas. Se debe verificar la apariencia de las aguas de "leche cortada" y su color deberá ser gris oscuro y se debe observar en todo momento la mezcla en completa suspensión.

.- Se debe evitar la excesiva presencia de sobrenadantes en esta estructura, ya que estos lodos originan turbiedad y deterioro físico del efluente del sistema;

para evitar este contratiempo, se debe realizar una periódica recirculación de lodos al zanjón de oxidación controlando el volumen de lodos al interior del tanque.

.- No se deben detectar olores excesivos, estos se producen en el sistema de pretratamiento y cuando se realiza disposición de lodos en los lechos de secado .

.- Color anormal de las aguas residuales en varias etapas del proceso.

.- Estado de limpieza y desinfección de todas las unidades que componen la planta, incluyendo las barandas, pasarelas, andenes y cunetas entre otros.

Por otro lado, se debe realizar la supervisión directa y continua de todo el sistema de tratamiento, con el objetivo de obtener un funcionamiento óptimo en las unidades hidráulicas que componen los procesos físicos y biológicos de la PTAR.

6.4. CONTROLES Y REGISTROS

La operación de una planta de tratamiento de aguas residuales no debe limitarse a registrar el comportamiento de una serie de parámetros en el afluente y el efluente del sistema.

Lo recomendable es, que el OPERADOR DEL SISTEMA, registre tales comportamientos, realice adecuadamente las determinaciones de campo y tome correctamente las muestras para su oportuno envío a los laboratorios donde se llevan a cabo los análisis correspondientes.

La documentación así recopilada permitirá realizar mediante su estudio y evaluación de datos, establecer los factores que garanticen no solo un eficiente funcionamiento de la PTAR, sino que permitan identificar coeficientes y factores de diseño, para el desarrollo de futuras plantas de tratamiento en la zona.

En la PTAR debe permanecer un libro de Bitácora, donde se registrarán los hechos más relevantes que pasen en las instalaciones. Se debe registrar diariamente.

El **Ingeniero de Proceso** deberá mantener entre otros, los siguientes registros:

.- Resultados diarios de control de la PTAR.

.- Resultados de los análisis de control del Proceso.

.- Registros de los lodos dispuestos en lechos de secado, retornados al sistema y sacados de las instalaciones de la PTAR.

.- Informes de operación mensual.

El **Técnico electro-mecánico** deberá tener entre otros los siguientes:

.- Hojas de Vida de los equipos de la PTAR.

.- Registros de mantenimientos preventivos y correctivos realizados a cada uno de los equipos.

.- Programación de los mantenimientos a realizar.

.- Registros de los cambios de aceite realizados.

.- Registros de horas de operación real de cada equipo.

6.5. DETERMINACIONES DE LABORATORIO, CLASE Y FRECUENCIA

Se pueden identificar dos tipos de determinaciones:

a) Las de control de proceso y b) Las de verificación de la normatividad.

Para el caso de un sistema de aireación extendida, como el que nos ocupa, es difícil hacer una clara diferenciación entre ambas, pero en forma resumida, se puede decir que los primeros competen al "dueño" del proyecto y los segundos a la autoridad ambiental propiamente dicha, sin que tales conceptos sean excluyentes en un ciento por ciento.

Los ensayos de laboratorio se deben realizar de acuerdo con los métodos estándar de la AWWA. Los equipos de campo deben ser calibrados en laboratorio anualmente y verificados con los patrones correspondientes diariamente.

6.5.1. Clases de determinaciones para el Control de Proceso

.- De campo: Caudal, pH, Temperatura Ambiente y del Agua, Sólidos Sedimentables, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Cloro Residual. Frecuencia diaria.

.- De Laboratorio: DBO, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Sólidos Volátiles, NO3, NTK, NH3, NO2, Coliformes Fecales. Frecuencia mensual.

6.5.2. Clases de determinaciones de acuerdo Con la Normatividad

Están claramente establecidas en la Resolución 631/2017 para usuarios con descargas menores o iguales a 625 Kg/d de DBO_5 , la Resolución 1207/2014 que legisla sobre el reúso de aguas residuales y la Resolución 1207/2014, para los lodos secos.

6.5.3. De los Puntos de Monitoreo

Los puntos de monitoreo para control de proceso serán los siguientes:

.- Afluente al Sistema = Agua Cruda que llega a la PTAR. Se tomará en el inicio del canal de cribado.

.- Entrada a cada uno de los Zanjones, efectuando dentro de la masa del digestor los análisis de SSLM, IVL, Observación microscópica.

.- Salida de cada uno de los Sedimentadores

.- Características del lodo conducido a lechos de secado.

.- Salida Tanque de cloración

Los puntos de monitoreo para verificación de eficiencia:

.- Agua cruda

.- Efluente Final de Agua Tratada. Salida en el canal de riego.

En el siguiente cuadro, se muestran las determinaciones a realizar en la PTAR durante la Etapa de Operación.

Cuadro No. 6.1 Análisis a realizar

PARAMETRO	UNIDAD	AFLUENTE	LICOR MEZCLADO	EFLUENTE
pH (*)	UND	X	X	X
TEMPERATURA (*)	G. CENT	X	X	X
DBO (**)	mg/L-02	X		X
SOLIDOS TOTALES (**)	mg/L	X		X
S. SUSPENDIDOS TOTALES (**)	mg/L	X	X	X
SOLIDOS VOLATILES (**)	mg/L	X		X
OXIGENO DISUELTO (*)	mg/L-02		X	X
S. SUSPENDIDOS VOLATILES (**)	mg/L		X	X
NITRATOS (**)	mg/L	X		X
SSLM (**)	N.A		X	
S. SEDIMENTABLES (*)	mL/L	X	X	X
N. TOTAL KJELDAHL (**)	mg/L	X		X
N. AMONIACAL (**)	mg/L	X		X
NITRITOS (**)	mg/L	X		X
ORTOFOSFATOS (**)	mg/L	X		X
COLIFORMES FECALES (**)	NMP/100 Ml			X
CONDUCTIVIDAD	Us/cm	X	X	X
CLORO RESIDUAL	mg/L			X

(*) Análisis diarios efectuados por el operador del sistema en los diferentes puntos de control.

(**) Análisis realizados en el laboratorio

6.6. DE LA EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DEL SISTEMA

La determinación de la eficiencia es la única forma de saber si el proceso cumple con los fines para el que fue diseñado o al menos si alcanza el grado de remoción establecido por la legislación vigente. La misma se debe determinar con la siguiente formula:

$$E = ((Ve - Vs) / Ve) * 100$$

Donde:

E: Eficiencia (Remoción en porcentaje)
Ve: Valor del parámetro a la entrada
Vs: Valor del parámetro a la salida

6.7. DE LA IMPORTANCIA DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE CONTROL

6.7.1. Caudal

La medida del caudal tiene una importancia decisiva para evaluar el comportamiento de la planta.

Es necesario para determinar el tiempo de detención del agua en la planta, la carga superficial y volumétrica y la capacidad del tratamiento de esta instalación.

Se deberán dejar registros para los caudales afluentes y efluentes de la PTAR mínimo en las siguientes horas: 7:00 am, 10:00 am, 12:00 m, 13:00 m, 15:00 pm y 18:00 pm.

Cada mes, durante el monitoreo mensual a realizar, se deben tomar caudales horarios durante 24 horas.

Para la determinación del caudal afluente a la PTAR, se debe tomar la lectura de la reglilla que registra el nivel de la lámina de agua (h) en la canaleta Parshall y registrar el caudal correspondiente.

Es necesario determinar la curva de caudal del sistema, para establecerla se debe durante el periodo de puesta en marcha tomar caudales horarios durante un mínimo de 5 días, en jornadas de mínimo 18 horas incluyendo el fin de semana**.** Los mismos deberán ser registrados en el formato correspondiente.

El procedimiento para determinar el caudal afluente y efluente de la planta es el siguiente:

.- Tomar la lectura de altura de la reglilla localizada en la canaleta Parshall. Esta medida es directa, indica el caudal afluente al sistema de tratamiento.

.- Para el caudal efluente de la PTAR, se tomará la lectura de la reglilla que registra el nivel de la lámina de agua (h) en la caja de aforo de los Módulos 1 y 2 y la del módulo 3.

.- Con la lectura de la reglilla **(h)**, remitirse a la Tabla registrando los caudales medidos en el formato de caudales puntuales diarios. Cuando correspondan a caudales horarios durante 24 horas, se debe registrar en el formato correspondiente.

6.7.2. pH

Mediante la determinación del pH se establece la concentración de Iones H+ presentes en el agua. El valor de pH en el agua depende de la naturaleza de las sustancias disueltas en ella. Aquellas sustancias de fácil descomposición como los bicarbonatos, sulfatos, sales metálicas, confieren carácter ácido, mientras que aportes de iones Hidroxilo ofrecen carácter básico al agua.

La determinación del pH en el agua es una medida de la ***tendencia*** de su acidez o de su alcalinidad.

Un pH menor de 7.0 indica una ***tendencia*** hacia la acidez, mientras que un valor mayor de 7.0 muestra una ***tendencia*** hacia lo alcalino.

La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9 Und, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Un pH muy ácido o muy alcalino, puede ser indicio de una contaminación industrial.

El valor del pH en el agua, es utilizado también cuando nos interesa conocer su tendencia corrosiva o incrustante, y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, su valor define en parte la capacidad de autodepuración de una corriente, además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

El intervalo de 5 - 9 Und, es un indicador de buen funcionamiento de la planta de tratamiento. En el afluente, el zanjón y en el efluente se determina el pH. Los registros deben dejarse en el Formato de Resultados de campo correspondientes.

6.7.3. Oxígeno disuelto

El Oxígeno Disuelto es de importancia en los cuerpos de agua tanto lenticos como loticos, debido a su estrecha relación con el desarrollo de la vida acuática. La variación en el contenido de oxígeno afecta entre otros, la productividad primaria del perifiton. El contenido de este gas en el agua varía de acuerdo a la altura sobre

el nivel del mar, la temperatura y el contenido de sales. A mayores temperaturas las velocidades de oxidación biológica aumentan y la presencia de oxígeno disminuye.

Como medida de precaución cuando se mide la concentración de oxígeno disuelto, se debe evitar, en lo posible, todas las turbulencias en el punto de muestreo. Por ejemplo, en algunas PTAR la salida se produce aprovechando un desnivel. Si las aguas se agitan fuertemente en su caída por el conducto de salida, tiene lugar una aireación que producirá resultados demasiado altos de oxígeno disuelto, por lo tanto, hay que medir la concentración de oxígeno antes de la turbulencia.

La concentración de oxígeno disuelto se determina en el efluente y el zanjón. Para el efluente, las lecturas suministran una información puntual que deberá acompañarse de la hora del día y el estado del tiempo al momento de efectuar la medición. En el zanjón la lectura debe ir acompañada de la ubicación del punto de lectura y la profundidad de la toma.

Los registros deben dejarse en el Formato de Resultados de campo correspondientes.

6.7.4. Temperatura del Agua

La temperatura del agua no es sólo importante para los que se dedican a la natación o a la pesca, sino también, para las industrias y aún los peces y las algas.

La temperatura del agua que sale de un sistema de tratamiento, puede dañar la vida acuática. También puede afectar la habilidad del agua para retener oxígeno y la habilidad de los organismos para resistir ciertos tipos de contaminantes.

La temperatura del agua tiene gran importancia por el hecho de que los organismos requieren determinadas condiciones para sobrevivir (organismos estenotérmicos y euritérmicos).

Para efectuar esta medida se suspende un termómetro en las muestras tomadas en el afluente, el zanjón y el efluente de la planta de tratamiento. Estos datos deben ir relacionados en el formato “Resultados de Campo”.

6.7.5. Conductividad

La conductividad eléctrica es la capacidad que el agua tiene de conducir la corriente eléctrica, esta tiene relación con la existencia de iones disueltos en el agua, que son partículas con cargas eléctricas. Esta es consecuencia de los electrolitos que lleva disuelto un agua y presenta, un valor muy bajo en agua pura (unas pocas centésimas de µs/cm. Cuanto mayor sea la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica del agua, la cual está influida por el terreno y la posibilidad

de disolución de rocas y materiales, el tipo de sales presentes, el tiempo de disolución, temperaturas, gases disueltos, pH y otros factores (Marín Galvín, 2003).

6.7.6. Datos meteorológicos

El estado del tiempo se registrará diariamente en la bitácora, siguiendo las recomendaciones de la Organización mundial de la Salud en cuanto a la descripción de los siguientes fenómenos:

.- Precipitación

Nula (tiempo seco); Lluvia Fina (chispeando); Lluvia Moderada y Lluvia Fuerte. En los tres últimos casos hay que consignar también la duración de la lluvia.

.- Viento

Aire en calma; Brisa; Viento Moderado y Viento Fuerte

.- Radiación Solar

Luz brillante (despejado, sin nubes); Nubes ocasionales; Parcialmente nublado y Nublado

Estas observaciones son de gran ayuda para interpretar los resultados de los controles operativos y analíticos.

6.7.7. DBO

La Demanda Bioquímica de Oxígeno indica la cantidad de materia orgánica degradable por acción de los microorganismos.

El agua potable tiene una DBO de 0.75 a 1.5 ppm de oxígeno y se considera que el agua está contaminada si la DBO es mayor de 5 ppm. Las aguas negras provenientes de aguas residuales domésticas contienen entre 100 y 400 ppm, pero los desechos industriales y los agrícolas contienen niveles de DBO muy altos.

Los análisis de DBO_5 se efectuarán sobre una muestra compuesta de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra compuesta del efluente de la misma.

6.7.8. DQO

La (Demanda Química de Oxígeno) DQO es una medida del contenido de material orgánico tanto soluble como suspendido presente en la muestra oxidable por acción química presente en corrientes superficiales y aguas residuales. Su valor se expresa en términos miligramos por litro de oxígeno (mg/l) para establecer en un momento dado la cantidad de oxígeno requerido para degradar la materia orgánica. Por lo anterior, la DQO se ve afectada por:

- Presencia de material de origen vegetal y animal
- Presencia de compuestos fenólicos
- Presencia de Grasas y Aceites
- Presencia de tensoactivos

En general, ante la presencia de compuestos orgánicos capaces de ser oxidados (alcoholes, aldehídos etc.).

Para la medición de este parámetro, se hará una toma puntual cada semana en el afluente y el efluente. El proceso para tomar las muestras es el siguiente:

.- El monitoreo para la determinación de la DQO en control del proceso será de forma puntual. Se llenará un recipiente con agua del afluente y otro con agua del efluente, registrando la localización del punto de muestreo y la hora del día a la que se llevó a cabo.

.- Estas muestras serán remitidas al laboratorio para la determinación analítica de la concentración de DQO.

.- El envío de la muestra se debe hacer de manera conjunta con la cadena de custodia de acuerdo con el formato establecido para tal fin por el laboratorio seleccionado para efectuar los análisis. Copia de este formato se encuentra en el anexo al final del presente Manual.

6.7.9. Grasas y Aceites (mg/L)

Se definen como aquellos compuestos de carácter orgánico que se pueden extraer con un solvente y particularmente con n-hexano.

Las grasas y los aceites son muy difíciles de transportar en las tuberías de alcantarillado, reducen la capacidad de flujo de los conductos, son difíciles de atacar biológicamente y se requiere su remoción en plantas de pretratamiento.

Los análisis de Grasas y Aceites se efectuarán sobre una muestra puntual de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra puntual del efluente de la misma.

6.7.10. Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)

El término Sólidos comprende el material soluble o sea los Sólidos Disueltos y los Sólidos en Suspensión conformados por partículas que varían en naturaleza, en forma y tamaño.

Se pueden distinguir en sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos disueltos, siendo los sólidos totales la suma de todos ellos. Estos sólidos, además de poder suponer la presencia de cuerpos y substancias extrañas que pudieran en algún caso no ser recomendables, aumentan la turbidez del agua y disminuyen la calidad de la misma.

Los sólidos en suspensión se mantienen en el agua debido a su naturaleza coloidal que viene dada por las pequeñas cargas eléctricas que poseen estas partículas, que las hacen tener una cierta afinidad por las moléculas de agua.

Este tipo de sólidos como tales son difíciles de eliminar siendo necesaria la adición al agua de agentes coagulantes y floculantes que modifican la carga eléctrica de estas partículas consiguiendo que se agrupen en flóculos de mayor tamaño para así poder separarlos mediante filtración.

Ciertos sistemas de tratamiento de agua como la ozonización ya suponen de por sí un buen método floculante ya que se produce la oxidación del hierro, manganeso y aluminio, óxidos que son los que verdaderamente ejercen un fuerte poder floculante en el agua aumentando la eficacia del filtro y mejorando la transparencia del agua.

Los análisis de SST se efectuarán sobre una muestra compuesta de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra compuesta del efluente de la misma

6.7.11. Coliformes Fecales Termotolerantes

La denominación genérica de coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, pero también se encuentran

ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

Los coliformes se introducen en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales. Por tal motivo suele deducirse la mayoría de los coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, aún existen muchos coliformes de vida libre.

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura.

Asimismo, su número en el agua, es directamente proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo— y los *coliformes fecales* —aquellos de origen intestinal.

Esta diferenciación, es importante puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.

Los análisis de Coliformes se efectuarán sobre una muestra puntual de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra puntual del efluente de la misma

6.7.12. Ortofosfatos (mg/L-P)

El Fósforo (P), es un nutriente esencial utilizado por todos los seres vivos. Sin embargo, poco se sabe del papel que éste tiene como limitante del crecimiento y la distribución del *fitoplánctón* marino. Estos organismos microscópicos son la base de la cadena alimenticia. Por esto, su abundancia, es un factor importante en el control de la composición de *redes tróficas* en el medio oceánico.

Además, el fitoplánctón consume CO_2 un gas de efecto invernadero durante la fotosíntesis y convierte carbón en biomasa durante el crecimiento. Durante la alimentación y la excreción, el *zooplánctón* produce partículas que sedimentan hacia capas más profundas del océano. El fitoplánctón también sedimenta desde la superficie oceánica por agregación en partículas más grandes, especialmente durante la proliferación de algas. De esta manera, el CO es extraído de las capas superficiales del océano en forma de materia orgánica particulada que se hunde, y se impide así su interacción con la atmósfera en escalas temporales de 1000 años. De hecho, los océanos pueden ser responsables de la eliminación de hasta el 50%

del total de CO_2 antropogénico emitido a la atmósfera durante el pasado siglo (Quay *et al*, 1992). La sedimentación de materia orgánica también elimina contaminantes tales como el plomo, que se adsorben a la superficie de las partículas a medida que se hunden en la columna de agua (Wageman & Muir, 1994). Por medio de este proceso, estos contaminantes dañinos son removidos de las capas superficiales del océano, limitando así su potencial incorporación y bioacumulación en animales marinos, que pueden ser eventualmente ingeridos por los humanos.

Es esencial para el crecimiento de protistas y plantas y debido a los crecimientos indeseables de algas que ocurren en aguas superficiales, existe marcado interés de removerlo de las aguas residuales; en aguas residuales domésticas el contenido de fósforo oscila entre 3 y 15 mg/L.

Los análisis de Ortofosfatos se efectuarán sobre una muestra puntual de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra puntual del efluente de la misma

6.7.13. Nitratos (mg/L-NO3)

El nitrógeno presente en el agua residual fresca, se encuentra principalmente en la forma de urea y materia proteica. La descomposición por las bacterias cambia fácilmente estas formas en amoniaco.

La edad del agua residual viene indicada por la cantidad relativa de amoniaco presente.

Los Nitritos tienen relativamente poca importancia en los estudios sobre aguas residuales ya que es inestable y se oxida fácilmente a la forma de nitrato.

El Nitrato es la especie derivada del nitrógeno más importante. Suponen una fuente de nutrientes importantes para ciertos organismos autótrofos. Una alta concentración de nitratos puede originar el llamado fenómeno de eutrofización en la fuente receptora, con un aumento en la población de estos organismos autótrofos que compiten con el oxígeno con otros organismos aerobios de mayor tamaño. La concentración de nitratos, al igual que la de nitritos está relacionada con la posterior aparición de algas y para uso de consumo puede provocar metahemoglobinemia o la llamada enfermedad del bebé azul.

Los análisis de Nitratos se efectuarán sobre una muestra puntual de agua residual cruda que ingresa a la planta, y otra muestra puntual del efluente de la misma.

6.8. CONTROL OPERACIONAL DEL PROCESO

El sistema de lodos activados depende de grupos de microorganismos, primordialmente bacterias y protozoos, alimentados por los materiales orgánicos contenidos en el agua residual. Los microorganismos como criaturas vivientes, persiguen dos funciones básicas, mantenerse vivos y reproducirse cuando las condiciones sean favorables. Con el objeto de lograr estas condiciones, que a su vez permiten tratar el agua residual, el medio ambiente en el que vivan los microorganismos debe ser aceptable.

Para un efectivo tratamiento de las aguas residuales y la existencia de un medio ambiente favorable a los microorganismos presentes en el sistema, se deben controlar las siguientes variables: Alimento adecuado y suficiente, adecuada cantidad de oxígeno y Temperatura adecuada del agua residual.

Cada uno de estos puntos se controla siguiendo de una manera estricta y sistemática, los procesos que realiza cada uno de los elementos que componen la planta.

Si los elementos que componen la planta son controlados y se realiza un adecuado mantenimiento de la planta, el sistema producirá un efluente bien tratado.

Los siguientes son los principales controles de procesos que se deben llevar a cabo durante la operación de la planta.

6.8.1. Control de oxígeno disuelto

Los niveles de control de oxígeno disuelto (O.D) son una parte importante en el control del proceso total. La concentración de O.D en el zanjón tiene un efecto profundo sobre muchos parámetros operacionales diferentes, incluyendo la eliminación de DBO5/DQO, sedimentación, nitrificación, desnitrificación y eliminación de fósforo. Además, el control adecuado de los niveles de O.D., ayuda a optimizar el uso de la electricidad a través del control eficiente del sistema de aireación en el zanjón.

En general, se recomiendan concentraciones de O.D. entre 2 mg/l y 3.5 mg/l en el zanjón, la carga orgánica de la planta puede fluctuar debido a variaciones en la noche, ingreso de aguas de infiltración, o por otras razones. Estas variaciones en la carga orgánica de la planta pueden ocasionar una fluctuación de las concentraciones de O.D. observadas.

Con el fin de determinar la concentración de O.D. en el zanjón, se recomienda realizar un perfil de O.D. que permita un rastreo de la concentración de O.D. con respecto al tiempo.

Varios factores pueden afectar la cantidad de tiempo de "prendido" del sistema de aireación para lograr los niveles deseados de O.D; por ejemplo, los cambios de flujo, carga orgánica, temperatura y edad del lodo, afectan la demanda de oxígeno y los niveles resultantes de O.D.

Un incremento repentino de la concentración de O.D. en el zanjón puede ser un signo de una carga orgánica disminuida o de una carga tóxica que pasa a través de la planta la cual está afectando adversamente la biomasa.

6.8.1.1. **Baja concentración de O.D en el Zanjón**

Además del efecto que tiene sobre los procesos de eliminación de nutrientes, las concentraciones de O.D. también pueden tener un efecto en la eficiencia de eliminación del DBO/DQO.

La literatura existente sobre la materia recomienda que el equipo de aireación debe establecerse con base en una concentración de O.D. de 2.0 mg/l a las condiciones promedio de carga, a la vez de proporcionar al menos 0.5 mg/l en las condiciones pico.

Esto se debe al hecho de que muchas bacterias heterotróficas que llevan a cabo la eliminación carbónica generalmente requieren concentraciones de O.D. de aproximadamente 2 mg/l para reproducir y realizar en forma eficiente la eliminación del material carbonáceo.

Si las concentraciones de O.D. no se mantienen en un mínimo de 2 mg/L durante la aireación, entonces la eficiencia de la eliminación carbónica puede disminuir. Además, pueden presentarse filamentos que están asociados con concentraciones bajas de O.D ocasionando posteriores problemas de sedimentación.

Las concentraciones bajas de O.D. pueden ser causadas por una sobrecarga orgánica, ajustes inadecuados del contador de aireación para una carga orgánica determinada o difusores tapados.

Una señal visual de que el sistema está operando bajo condiciones de bajo O.D. es cuando el licor mezclado se vuelve oscuro o negro.

6.8.1.2. **Alta Concentración de O.D. en el Zanjón**

Mientras que la falta de niveles adecuados de O.D. puede ser un problema, un exceso de O.D. puede también ocasionar problemas en el proceso. Puede presentarse formación de espuma por una sobre aireación del zanjón.

Una sobre aireación también conduce al uso ineficiente de la corriente eléctrica ya que el sistema de aireación se encontraría operando más de lo que se requiere para lograr el requerimiento de oxígeno de la biomasa.

Las concentraciones elevadas de O.D. pueden ser ocasionadas por una planta que este orgánicamente subcargada por bajos caudales o cargas orgánicas de llegada o por que el sistema esté recibiendo un afluente tóxico, limitando la capacidad de la biomasa para utilizar el oxígeno.

A través de realizar periódicamente perfiles de O.D. y de rastrear la carga orgánica y toxicidad del afluente, normalmente se puede determinar la causa de una concentración incrementada de O.D. Para corregir esta situación deberán determinarse períodos de tiempo en donde alguno de los aireadores será apagado.

6.8.1.3. **Funcionamiento de los aireadores**

El sistema de aireación ha sido diseñado para suministrar oxígeno a través del uso de aireadores, los cuales se deben ser operados por lo menos a intervalos de 90 minutos.

El tiempo real de funcionamiento del aireador puede ser de menos de 90 minutos, pero el tiempo total de los períodos de "prendido" y "apagado" debe ser de mínimo de 60 minutos para cada aireador.

Esta restricción de tiempo se establece con el fin de evitar prender y apagar el motor del aireador más de dos veces por hora, ya que esto ocasionaría un desgaste excesivo del motor y del sistema del control eléctrico.

6.8.2. Relación alimento – microorganismos (A/M)

La proporción de A/M relaciona la cantidad de alimentos que entra en el sistema de tratamiento, con la cantidad de masa disponible para tratar el alimento entrante. Esta proporción es calculada simplemente al dividir la carga orgánica del sistema (A) entre la masa del sistema (M).

La proporción de A/M operativa debe calcularse para cada muestra tomada de licor mezclado y deben hacerse ajustes a la masa del sistema en la medida que sea necesario. Si es posible, la proporción de A/M del zanjón se debe mantener igual al

valor del diseño. La proporción A/M puede ser controlada simplemente midiendo la carga orgánica del sistema y manteniendo una masa apropiada en el zanjón.

En otras palabras, con cambios en la carga orgánica, el operador de la planta puede ajustar la masa del sistema cambiando la purga de lodos.

Una proporción A/M que sea demasiado alta o demasiado baja puede llevar a dificultades operacionales como pobre sedimentación, tratamiento inadecuado y exceso de espumas en la superficie del zanjón.

Una proporción A/M sumamente baja (en comparación con el valor de diseño) indica que el sistema tiene una cantidad relativamente grande de masa a comparación de la cantidad de "alimento" que está siendo proporcionada por las aguas residuales del afluente. Esto significa que los microorganismos en el zanjón están viviendo bajo condiciones cercanas a la inanición. Este tipo de ambiente tiene el potencial de producir un sistema enfermo (operando pobremente). Si el OPERADOR del sistema determina que la proporción operativamente de A/M es demasiado baja, entonces la A/M operativa puede ser aumentada simplemente al disminuir la masa del sistema. Esto se logra disminuyendo la edad de lodos.

Una proporción A/M sumamente alta en comparación con el valor de diseño indica que sistema está recibiendo una cantidad relativamente grande de alimento comparada con la masa de los microorganismos que existen en el zanjón. Esto significa que el zanjón no puede contener suficiente biomasa para proporcionar el nivel requerido de tratamiento. Si el OPERADOR del sistema determina que la operación es demasiado alta, entones la A/M operativa puede ser disminuida simplemente aumentando la masa del sistema. Esto se logra aumentando la edad de lodos.

En resumen, la proporción de A/M es controlada midiendo la carga orgánica del sistema (A) y ajustando a la masa del sistema (M) como sea necesario. Una vez más, el uso de la purga de lodos para el mantenimiento y control de la masa del sistema es probablemente el aspecto más importante del control del proceso.

6.8.3. Edad de lodos, purga y recirculación

Otro parámetro operativo que debe ser calculado es la edad del lodo o tiempo de retención de sólidos (TRS). La edad del lodo se define como el número promedio de días que los microorganismos son mantenidos en el zanjón antes de que ellos se descarguen (en el efluente) o se envíen al tanque sedimentador. El conocimiento de la edad del lodo del sistema ayuda al operador en el desarrollo de estrategias operativas exitosas. La edad de lodos para zanjones de oxidación tiene un rango de 5-30 días.

La edad del lodo del sistema puede ser calculada dividiendo la masa operativa del sistema (M) entre la masa diaria de sólidos que salen del sistema. La masa de sólidos que salen del sistema es igual a la suma de la masa de sólidos descargada en el efluente y la masa de sólidos enviada al tanque sedimentador.

La edad de lodo mínima es generalmente mayor para un sistema que requiere nitrificación comparado con uno que no requiere nitrificación. Esto es debido al hecho que los organismos nitrificadores requieren más tiempo para desarrollarse que la mayoría de los otros organismos que se encuentran típicamente en sistemas de lodos activados.

La edad operativa del lodo se relaciona directamente con los tipos de organismos que están presentes en el sistema de lodos activados. Por consiguiente, las características de sedimentación de la biomasa (y la concentración de SST del efluente) pueden ser afectadas por la edad del lodo.

La edad del lodo también puede ser relacionada con la cantidad de espuma presente en un zanjón. Se recomienda hacer exámenes microscópicos del licor mezclado y los organismos presentes en el sistema pueden ser correlacionados con la edad calculada de los lodos.

Las señales que indican una edad de lodo demasiado alta son: a) Abundancia de rotíferos y/o nematodos en un examen microscópico; b) Presencia de espuma chocolate espesa en un zanjón, y c) Rápida sedimentación de la biomasa.

Las señales que indican una edad de lodos demasiado baja son: a) Abundancia de ameboides y muy pocos flagelados y ciliados de nado libre, b) Falta de ciliados y rotíferos estáticos. c) Presencia de espuma ondeante coloreada por la luz; d) Remoción escasa de DBO_5 y e) Lenta sedimentación de la biomasa.

Si se determina que la edad del lodo es demasiado alta, se debe aumentar el volumen de lodos que se envía al tanque sedimentador. Esto aumenta la cantidad de sólidos desechada en el sistema y disminuye la edad del lodo.

Si se determina que la edad operativa del lodo es demasiado baja, la duración de la fase de desecho del lodo debe disminuirse. Esto aumenta la masa del sistema (M) y con esto aumenta la edad del lodo del sistema

A partir de la relación (A/M) se deben establecer rutinas de recirculación de lodos y purga de los lodos de exceso hacia el tanque sedimentador con el fin de mantener esta proporción cercana a la de diseño.

La concentración de SST ideal debe tener un rango de 3000-5000 mg/l con color café y consistencia similar a “leche cortada”.

6.8.4. Control de filamentos en el zanjón

La clave para obtener una adecuada sedimentación en cualquier tratamiento de lodos activados, es el generar una biomasa que contenga bacterias formadoras de flóculos que sedimenten bien en condiciones de reposo. Sin embargo, no todas las bacterias que se desarrollan en un proceso de tratamiento de lodos activados son formadoras de flóculo.

Dependiendo de las condiciones del sistema, también pueden desarrollar bacterias filamentosas. Una cantidad modesta de filamentos no necesariamente es dañina al sistema, ya que los filamentos pueden proporcionar la columna vertebral para el lecho de los lodos activados y ayudar a que se separen los sólidos durante el proceso de sedimentación.

Los problemas asociados con filamentos generalmente están relacionados con los casos donde los filamentos se vuelven abundantes y obstaculizan la sedimentación hasta el punto que los sedimentos son arrastrados fuera del sistema del efluente o causan excesiva formación de espuma en el zanjón. Cuando los filamentos se vuelven abundantes, retardan el proceso de sedimentación debido al entrelazamiento de las ramas filamentosas entre piezas separadas del flóculo debido a los posibles problemas que los filamentos pueden ocasionar.

Existen varios tipos de bacterias filamentosas y cada tipo puede tener una o más causas posibles. Una discusión de cada tipo de filamento y sus posibles causas es un tema muy amplio, por lo tanto, no se podrá cubrir a profundidad en este documento. Sin embargo, presentaremos un compendio de los tipos de filamentos y sus causas potenciales.

Si se presentan problemas de sedimentación en el sistema, antes de hacer cambios a la operación de la planta, se recomienda que el licor mezclado sea analizado para verificar que los filamentos son la causa de los problemas de sedimentación. Si es posible, deberá determinarse el tipo de filamento mediante análisis microscópico de tal forma que se puedan implementar medidas adecuadas de control ya que diferentes clases de filamentos requieren diferentes medidas de control.

Las indicaciones de que pueden existir filamentos en el zanjón son: Sedimentación alta, valores SVL superiores a 150, espuma en la superficie del zanjón (con frecuencia relacionada con el filamento de nocardia)

A continuación, se presenta un resumen de los tipos más comunes de filamentos y sus posibles causas y soluciones.

Cuadro No. 6.2 Presencia de filamentos en zanjones de oxidación

TIPO	POSIBLES CAUSAS	POSIBLES SOLUCIONES
Tipo 170. S.natan y H. hidrossis	Bajo O.D.	Incrementar las concentraciones de O.D
Tipo 02IN, Thiiooyhing	Mayor edad del lodo Residuos sépticos o residuos con alto nivel de sulfuros Bajo A/M	Bajar la edad del lodo Airear las aguas residuales mayor tiempo
Tipo 0092, M. Parcela	Bajo A/M Alta concentración de aceite y grasa	Elevar A/M Aislar el zanjón Retirar el aceite del zanjón
Tipos 0041 y 0675	Bajo A/M Deficiencia de N o P	Elevar A/M Adicionar N o P al sistema
Tipo 1851, N limicolia spp	Mayor edad del lodo Deficiencia de P	Disminuir la edad del lodo Adicionar P al sistema
Nocardia	Mayor edad del lodo	Disminuir la edad del lodo a menos de 9 días de ser posible

Si las opciones de control de filamentos indicadas arriba no resuelven la situación de los filamentos, otra alternativa será la adición de cloro al zanjón. La adición de cloro se utiliza generalmente como "último recurso", después de que otras opciones de control han fallado para resolver el problema.

Esto se debe a que mientras el cloro controla la mayoría de los tipos de filamentos, si esta sobredosificado, también puede hacer daño a los organismos no filamentosos especialmente a las bacterias nitrificantes.

Además, el uso de cloro es una medida de control temporal que no resuelve la causa principal de los filamentos, por lo tanto, una vez que se suspende la adición de cloro, los filamentos pueden regresar. Por estas razones, la adición de cloro debe usarse solamente cuando fallan otros métodos de control de filamentos.

6.8.5. Control de espumas en el zanjón

Es común la formación de espumas en la superficie de los sistemas de lodo activados. La presencia de espumas en el zanjón es un impacto negativo en el zanjón debido a la creación de mayores sólidos en el efluente. También se puede considerar como indicador de la salud de la biomasa en el zanjón. La espuma tiene numerosas causas potenciales en un sistema de lodos activados.

Las causas más comunes de espuma son la presencia de: filamentos, surfactantes orgánicos activos no degradados, aceites y grasas, deficiencia de nutrientes, sobreaireacion desnitrificación de lodo y una edad de lodo muy joven o muy viejo. Un resumen de las diversas causas de espumas y de las medidas potenciales de control se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 6.3 Presencia de espumas en zanjones de oxidación

Descripción de la Espuma	Posible Causa	Medida potencial de Control
Espuma espesa, café	Filamentos de Nocardia y M. parvicella	Controlar aceites y grasas de afluente, retirar físicamente la espuma. Reducir la edad de lodo incrementando el consumo de lodo
Espuma ondulante, blanca y jabonosa	Zanjón subcargado, bajo de A/M, edad de lodo	Incrementar el consumo (si es posible) para elevar A/M y reducir la edad del lodo.
	Desnitrificación	Correr una prueba de sedimentación para determinar qué tanto del manto de lodos está subiendo en el tanque digestor.
	Sobre aireación	Correr un perfil O.D. y si el mayor 4.0 mg/l reducir la aireación.
	Compuestos orgánicos no degradados	Incrementar el volumen de SST en el zanjón para aumentar la masa disponible para tratar los compuestos orgánicos.
	Lodo Joven	Alargar la edad de lodo disminuyendo el purgado de lodo.
	Deficiencia de nutrientes	Analizar el contenido del amoniaco y ortofosfato de la muestra filtrada de SST del licor mezclado

Descripción de la Espuma	Posible Causa	Medida potencial de Control
	Residuo tóxico, pH bajo o elevado	Analizar el contenido tóxico de afluente y pH en un rango menor 6.0 o mayor a 9.0
Espuma café oscura a negra	Condiciones anaeróbicas	Correr un perfil de O.D. y si el O.D. es menor 2.0 mg/l hay que aumentar la aireación
Espuma ligera, fresca delgada color canela	No es problema	Signo de operación bien equilibrada.

Existen muchas causas y posibles soluciones para la espuma del zanjón. Antes de implementar cualquiera de las estrategias de control indicadas arriba, se sugiere que se identifique la causa de la espuma. Generalmente con un microscopio con las pruebas de nutrientes, pruebas de sedimentación, perfiles de O.D. y cálculos del control de proceso, la causa de la espuma se puede identificar, y seleccionar así la medida adecuada de control.

6.8.6. Control de la sedimentación

Las características de sedimentación de los sólidos en el sistema son un factor importante para determinar si los objetivos de la calidad del efluente se cumplen. Generalmente se considera como un lodo bien sedimentado, aquel que sedimenta aproximadamente 500 ml/l después de 30 minutos. Una sedimentación de lodo a esta velocidad generalmente presenta un flóculo bien formado y permitirá el paso de sólidos finos y sobrenadantes conforme sedimenta.

Las características de un lodo que se sedimenta adecuadamente y los factores que afectan esta sedimentación se analizarán a continuación:

6.8.6.1. Sedimentación Lenta

Cuadro No. 6.4 Causas de la sedimentación lenta

CAUSAS	SOLUCIÓN
Bacterias filamentosas	Analizar una muestra de licor mezclado sedimentado bajo el microscopio, y si se observan filamentos abundantes seguir las indicaciones del ítem anterior.
Concentración excesiva de MLSS	Determinar la concentración de MLSS en el zanjón y comparar su valor con la concentración de operación deseada MLSS. Si la concentración de MLSS es alta, incrementar el purgado de lodo.
Menor edad de lodos	Calcular la edad del lodo del sistema. si ésta da menor, se debe incrementar la edad del lodo realizando un purgado menor del mismo
Falta de nutrientes: Nitrógeno o fósforo	Analizar una muestra del afluente de N y P y mirar si se encuentran en la proporción deseada 100:5:1 $DBO_{5:\ N:\ P}$. la falta de nutrientes puede producir un lodo voluminoso. De ser necesario se debe adicionar un suplemento de nutrientes
Bajo pH	Analizar los valores de pH y ajustar con soluciones ácidas o alcalinas

6.8.6.2. **Alta Sedimentación**

Cuadro No. 6.5 Causas de la sedimentación alta

CAUSAS	SOLUCIÓN
Lodo de mayor edad	Calcular la edad del lodo del sistema. Si se encuentra alta, se debe disminuir la edad del lodo realizando un purgado del mismo.
Choque tóxico a la biomasa	Analizar una muestra sedimentada de MLSS para determinar si la biomasa ha sufrido un choque tóxico (como es un químico toxico, o un sistema sobrecargado con falta de O.D). Tomar medidas correctivas como sea necesario
Concentraciones bajas de MLSS	Analizar una muestra de licor mezclado para determinar la concentración de MLSS. Las concentraciones de MLSS menores de aproximadamente 1200-1500 mg/l pueden ocasionar una falta de floculo. Se debe aumentar la concentración de MLSS mediante una disminución de purgado de lodos en caso necesario.

6.8.6.3. **Prueba de sedimentación**

Los resultados de esta prueba pueden utilizarse para que el OPERADOR sepa la edad del lodo y los problemas potenciales como lo son, los sólidos en el efluente.

Para realizar la prueba de sedimentación, se recomienda el siguiente equipo:

. Un vaso precipitado de 2 litros o probeta graduada.
. Una paleta para mezclar la muestra.
. Un cronómetro.

Para realizar la determinación seguir los siguientes pasos:

. Obtener aproximadamente 3 litros de licor mezclado.

. Transferir la muestra al cono inhoff o probeta graduada.

. Agitar suavemente el contenido por 10 o 15 segundos, teniendo cuidado de no partir las partículas del flóculo.

. Empezar a contabilizar el tiempo con cronómetro.

. Registrar el valor de la interfase lodo/agua a intervalos de 5 minutos hasta que se alcance la marca de 30 minutos. Posteriormente registrar el valor de la interfase lodo/agua a los 45 y 60 minutos.

. Hacer las observaciones respecto a los siguientes puntos:

- Claridad del sobrenadante.
- Lodo ascendente (causado por la desnitrificación).
- Color del sobrenadante (debe ser claro a café pálido o dorado).
- Velocidad de sedimentación de lodo

Las características de sedimentación de lodo sirven para estimar la edad y la salud de la biomasa. Generalmente un buen lodo, sedimentará aproximadamente a un 30 a 40% de su volumen original después de 30 minutos en reposo. Un lodo joven sedimentará más lentamente.

Un lodo viejo que no forma flóculos, sedimentará más rápidamente. Si la muestra tomada no sedimenta a la velocidad deseada, entonces se requiere realizar investigaciones adicionales, con relación a la causa del problema de sedimentación. Deberá realizarse una prueba de sedimentación diariamente.

6.8.7. Retiro y manejo de lodos de los lechos de secado

El momento para retirar los lodos de los lechos de secado, depende de ciertos factores como el manejo subsecuente, la necesidad de descargar nuevamente el reactor y obviamente el contenido de humedad. Una torta de lodo con un contenido de humedad del 60 a 70%, puede retirarse con palas o rastrillos, pero si se deja secar hasta el 40% será duro de retirar. Por otro lado, unos lodos secos que tengan el 10 % de humedad, serán polvorientos.

Una de las mejores herramientas para el retiro de los lodos es una pala redonda manejada cuidadosamente, ya que en los mismos se encuentra el fondo en ladrillo a junta pérdida.

Para el cargue se deben emplear carretillas de mano, colocando las carretillas cerca de los trabajadores para que la distancia de traslado no sea muy grande.

Después de retirar los lodos, el lecho debe prepararse para la siguiente carga. Puede ser necesario reponer la arena que se haya perdido por limpiezas anteriores. Cada año se perderán cerca de 2.5 cm del lecho de arena y, por lo tanto, la capa de arena debe reponerse hasta su espesor adecuado, aproximadamente una vez cada tres años.

Cualquier clase de arena limpia sirve para esto. Si el lecho no se ocupa durante largos períodos, debe mantenerse libre de crecimientos excesivos de hierbas. Una buena práctica consiste en usar arena lavada que tenga un coeficiente de uniformidad de 4.0 o menor y un tamaño efectivo de 0.3 a 0.5 ms.

Los lodos que se hayan retirado del lecho, pueden apilarse dejándolos a la intemperie durante varios meses, antes de disponer de ellos. La intemperie hace que pierdan calor y se desintegren en pequeñas partículas muy similares a la tierra suelta y queden en buenas condiciones para su disposición en usos agrícolas.

El lodo de las aguas residuales contiene elementos esenciales para la vida vegetal como el nitrógeno, el fósforo, el potasio y además contiene trazas de nutrientes menores que se consideran más o menos indispensables para el crecimiento de las plantas como el boro, el calcio, el cobre, el hierro, el magnesio, el manganeso, el azufre y el cinc.

Los lodos de las aguas residuales son una fuente de nitrógeno y fósforo para la producción de los cultivos. La adición de materia orgánica con los lodos mejora las propiedades físicas y productivas de los suelos. Cuando se aplican los lodos a las tasas agronómicas para suplir las necesidades de los cultivos de nitrógeno y fósforo, se satisfacen también los requerimientos de la mayoría de los otros nutrientes. Los lodos secados por la acción del calor, se consideran inocuos en todas condiciones, debido a la acción destructiva del calor sobre las bacterias.

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

7. PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

Ecotech Systems

7. PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA

Se quiere esta etapa, cuando por alguna circunstancia, se deba reiniciar el proceso de tratamiento.

7.1. ACTIVIDADES A REALIZAR

Para la **Puesta en Marcha del sistema**, se deben realizar las siguientes actividades:

.- Revisar todas las tuberías que hacen parte del proceso. Se debe verificar que ellas estén adecuadamente instaladas, conectadas a las estructuras y que no se presenten fugas.

.- Verificar la correcta instalación del aireador superficial siguiendo paso a paso todas las recomendaciones brindadas por el proveedor.

.- De acuerdo con las indicaciones del suministrador de los equipos, realizar la prueba de los aireadores sin carga, con las tuberías conectadas, al igual que las conexiones eléctricas.

.- Antes de permitir el ingreso de agua a los reactores o la estructura de pretratamiento, se deben limpiar sus fondos de todo tipo de partículas.

.- Durante el período de puesta en marcha, que se puede prolongar por 1 a 2 meses, los microorganismos se irán multiplicando y aumentando su población hasta que este proceso se estabilice y la población mantenga un equilibrio entre el número de nacimientos y de muertes.

.- El desarrollo de la población de microorganismos no es instantáneo debido a que, entre otras razones, ellos deben aclimatarse al medio en que se encuentren, en este caso a las condiciones del zanjón de oxidación y el tanque sedimentador.

.- Dependiendo de las condiciones del medio, esta aclimatación tomará un período mayor o menor.

.- Durante el período de puesta en marcha, se debe verificar el crecimiento de la biomasa dos o tres veces por semana. Para esto, realizar la rutina indicada más adelante en el presente manual.

.- Cuando la cantidad de lodo alcance valores entre 100 y 300 ml en forma constante, la biomasa (población de microorganismos) habrá alcanzado su condición estable y la planta habrá concluido la fase de puesta en marcha.

En esta situación deberá observar que:

- Durante la prueba de determinación del volumen de lodo, las partículas suspendidas que usted observa decantan con facilidad.

- El efluente de la planta, visto en un recipiente transparente, tiene pocas partículas en suspensión.
- Durante el período de puesta en marcha es normal que se generen espumas de color blanco en el zanjón de oxidación, producidas debido a que los microorganismos aún no degradan totalmente las proteínas y detergentes presentes en el agua. Si llegado el caso, la cantidad de espumas es molesta aplique agua con manguera sobre la superficie de agua que presente espumas.

.- En caso de una excesiva presencia de sólidos flotantes en los reactores, retírelos haciendo uso de la malla destinada para tal fin y dispóngalos en el lecho de Secado. Aplique una capa de cal para evitar los malos olores.

.- Durante la puesta en marcha y después de esta se debe chequear en forma periódica la temperatura del agua. Esta temperatura se debe mantener dentro de los rangos normales de temperatura ambiente en el municipio.

.- Con un escobillón, en forma suave y lenta se deben limpiar las paredes del sedimentador y del zanjón para evitar la acumulación de lodo en las paredes. Esta operación se debe realizar semanalmente

.- Durante el período de puesta en marcha es normal que se generen espumas de color blanco en el estanque de aireación, producidas debido a que los microorganismos aún no degradan totalmente las proteínas y detergentes presentes en el agua de acuerdo con lo expresado en el numeral 6.8.4. Si llegado el caso, la cantidad de espumas es molesta aplique agua con manguera sobre la superficie de agua que presente espumas.

.- En caso de una excesiva presencia de sólidos flotantes en los reactores, retírelos haciendo uso de la malla y dispóngalos con el material proveniente de las rejillas.

7.2. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN DETERMINACIÓN DE VARIABLES DE CONTROL PROCESO

7.2.1. Variables

El control del proceso de un sistema de Zanjón de Oxidación, debe hacerse analizando los datos operativos de resultados de laboratorio con el fin de monitorear y controlar la planta.

Es necesario determinar:

.- Curva de Caudal de la PTAR

.- Relación F/M.

.- Edad del lodo (SRT).

.- Concentración total y volátil de Sólidos en el estanque de aireación (X y Xv).

.- Oxígeno Disuelto en estanque de aireación (OD).

.- Índice Volumétrico de Lodos (IVL).

.- Tasas de respiración.

.- Sólidos de exceso removidos (QwXu).

.- pH, Tº y alcalinidad del líquido.

7.2.2. Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno disuelto considerada en el diseño fue de 2,0 mg/L, como situación media en el reactor de aireación. Las acciones correctivas se deben tomar cuando los niveles lleguen a 2,5 mg/L en el rango alto y 1,0 mg/L. como rango bajo.

El monitoreo será realizado según el procedimiento establecido y el instrumento existente en el laboratorio para este fin. El oxígeno es suministrado por aireadores superficiales colocados en el zanjón de oxidación.

7.2.3. Determinación del Volumen de Lodos

Para determinar el volumen de lodos se deben ejecutar las siguientes actividades en su orden:

.- Airear el agua por lo menos durante quince minutos.

.- Con los aireadores en funcionamiento, sacar una muestra de 2 litros de agua del estanque de aireación, tomada en un punto alejado de la entrada del del agua al zanjón (extremo sur de la pasarela de operación), a una profundidad aproximada de 80 cm. Para poder comparar los resultados de esta prueba, tome siempre la muestra en el mismo punto.

.- Colocar Un (1) litro de la muestra en una probeta transparente y dejarla quieta y horizontal, sin moverla, durante una hora.

.- Leer el volumen de lodos en la graduación de la probeta al nivel de la interface entre lodo decantado y agua. Registrar el valor leído en ml de lodo en el formato dispuesto para tal fin, en la PTAR.

7.2.4. Recirculación de lodos

Una buena sedimentabilidad del lodo activo presente en el licor mezclado, es crucial para el buen funcionamiento del sistema y para definir el caudal de recirculación (Qr) desde el clarificador al estanque de aireación. Este caudal es un parámetro de control clave del proceso.

La forma de operación de la recirculación puede ser:

.- Un flujo constante

.- Una tasa Qr/Q constante

.- Una tasa variable para optimizar la concentración y el tiempo de retención de sólidos en el clarificador secundario.

En general, la definición de la cantidad de lodo recirculado puede hacerse con una o algunas de las técnicas siguientes:

.- Control directo del nivel del manto de lodos

.- Sedimentabilidad

.- Balance de masas en el clarificador secundario

.- Balance de masas en el reactor

7.2.5. Prueba de volumen de lodos sedimentados de treinta minutos

Usar un vaso de sedimentación de 1 litro, graduado de 0 a 1000, es posible medir la sedimentabilidad del licor mezclado. Para ello, se agita previamente y se deja decantar por 30 minutos, leyendo el nivel de la interfase lodo/agua clarificada en ml/L.

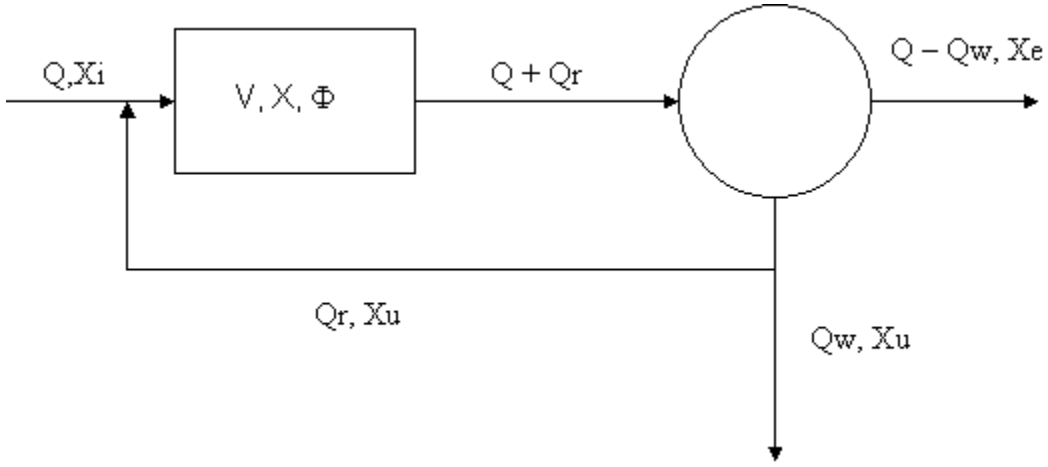
Para determinar el caudal de recirculación se usa la expresión siguiente:

$$\frac{Qr}{Q} = \frac{VLS}{1000 - VLS}$$

Dónde:

VLS : Volumen de Lodo Sedimentado en mL/L.

7.2.6. Balance Másico en el clarificador secundario



Dónde:

Q : Caudal entrante (L/s)

Xi : Concentración sólidos ingreso (mg/L)

V : Volumen estanque aireación (m^3)

X : Concentración del Licor Mezclado (mg/L)

Φc : Tiempo de retención celular (días)

Xe : Concentración sólidos salida (mg/L)

Qw : Caudal de lodo de exceso (m'/d)

Xw : Concentración del lodo de exceso (mg/L)

Qr : Caudal de recirculación (L/s)

Xu : Concentración lodo decantado (mg/L)

Considerando que el valor de Xe es muy bajo en relación al resto, y obviándolo para efectos de este balance, se tiene:

$$Qr = \frac{Q * X - Qw * Xu}{Xu - X}$$

7.2.7. Balance másico en el reactor

El balance de masa sobre el reactor se simplifica tomando como despreciable el valor de Xi frente a las concentraciones X en el reactor y Xu del lodo sedimentado. De esa manera el balance se simplifica a la siguiente expresión:

$$\frac{Qr}{Q} = \frac{X}{Xu - X}$$

7.2.8. Métodos de control del proceso de lodos activados

Se plantean los tres métodos que permiten un buen control del proceso:

- SRT constante
- Relación F/M constante
- Concentración de sólidos (X) constante

7.2.8.1. <u>**SRT constante**</u>

Por definición, SRT corresponde a:

$$SRT = \frac{MasaSolidos(aireacion)}{MasaExtraida}$$

$$SRT = \frac{V * X}{Qw * Xu}$$

Mediante la relación anterior, es fácil determinar el caudal de lodo que debe extraerse del sistema (Qw) asumiendo un valor de trabajo de SRT, el que para la presente planta debe mantenerse en el orden de 20 días.

7.2.8.2. **Relación F/M constante**

Consiste en mantener una masa de microorganismos en el estanque (licor mezclado) variable en función de la variabilidad del ingreso de sustrato al sistema, con el fin de mantener constante la relación F/M.

El principal problema de este procedimiento radica en la medición de la DBO_5, la que debe ser estimada a partir de una correlación con la DQO u otra manera similar, ya que no es posible tener resultados de DBO_5 en tiempos inferiores a 5 días, lo que complica usar esta variable como control del proceso.

7.2.8.3. **Concentración de sólidos constante (X)**

Esta técnica implica evacuar lodos del sistema en una cantidad tal que el valor de X se mantenga constante; Implica definir el valor que resulte más conveniente, mediante pruebas previas, que usualmente duran varias semanas y que deben iniciarse con un valor de F/M recomendado.

El mayor inconveniente es que las muestras de licor mezclado deben ser suficientemente representativas, lo cual no siempre es posible sobre todo en estanques de aireación de grandes tamaños con diferentes condiciones de mezcla en cada sector. Además, la técnica analítica debe estar bien implementada y debidamente validada.

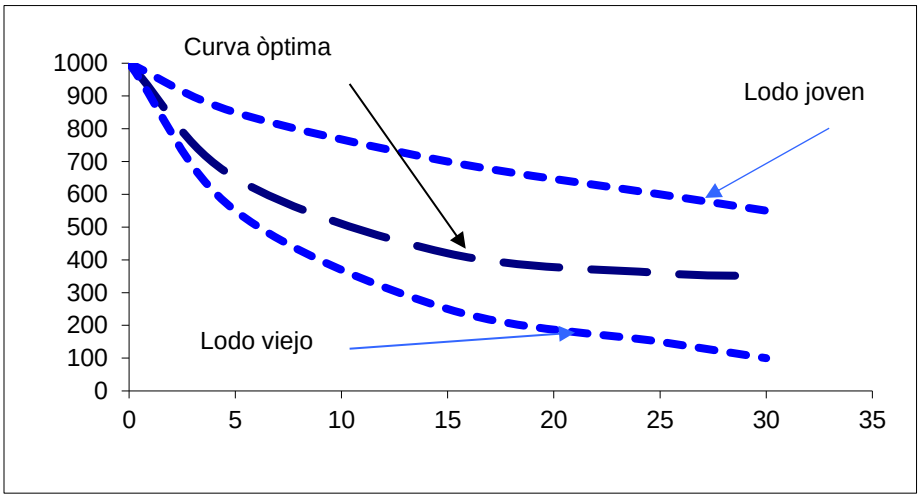
7.3. SEDIMENTACIÓN

Inmediatamente extraída la muestra del zanjón, desde el punto establecido por laboratorio, se debe monitorear por 60 minutos y registrar cada 5 minutos el nivel de la interfase.

Una vez terminado el test se deberá realizar un análisis cualitativo del estado del lodo, es decir se informará el color que presenta el lodo (negro, café, café claro, plomo, etc.) y su contextura (esponjoso, contextura similar a barro, etc.).

Después de obtener los datos referentes al desplazamiento de la interfase, se grafica en la planilla de registro. En la siguiente gráfica, se indica el comportamiento ideal que debe responder la medición de la interfase. Una planta que funciona correctamente producirá un efluente transparente, buena sedimentación en clarificador y color correcto.

Figura No. 7.1 Contraste del comportamiento ideal y no ideal



Cuando la curva tiende a desviarse de la curva de planta ideal hacia arriba, el lodo es probablemente joven (normalmente acompañada por espumas jabonosas blancas en el estanque de aireación), debiendo ajustarse la velocidad de retorno del lodo del clarificador. Las causas de esta condición son debido al retiro en gran cantidad de lodo, acción demasiado rápida o una elevada carga orgánica.

Si la curva se ubica bajo la curva ideal se considera que el lodo es viejo y que debe aumentarse la eliminación de lodo. Las posibles causas de este fenómeno se pueden enumerar en carga orgánica reducida, tasa de retorno de clarificador demasiado elevada, largos periodos de aireación excesiva y la retención de lodo viejo durante largos periodos.

El objetivo de este test es monitorear el estado de la biomasa y entregar al operario información necesaria para tomar decisiones como activar o desactivar las bombas RAS/WAS, evacuar lodo, entre otras decisiones. El análisis cualitativo que radica en la observación del lodo ayudara al OPERADOR a establecer el estado del lodo y las decisiones que debe considerar, estas observaciones son de vital importancia para supervisores quienes mediante estos análisis conocerán el real estado del lodo.

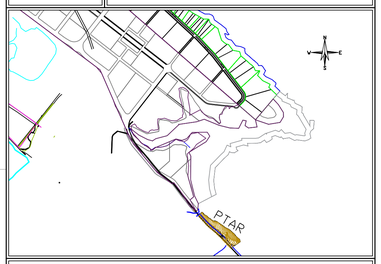
8. OPERACIÓN DE LA PTAR

8. OPERACIÓN DE LA PTAR

A continuación se describe la operación de cada una de las unidades que conforman el sistema de tratamiento de la PTAR. Se ha diseñado mediante Fichas, lo que facilita el manejo de la información. Ver conformación general del sistema en la Figura No. 1 anexa al presente capítulo.

1/3

IBAGUÉ, COLOMBIA



CUADRO DE NOTAS

1. Coordenadas planas con datum Magna Sirgas (con origen Central en 4°35'46.3215"N y 74°04'39.0285"W, equivalentes a 1 000 000 mN y 1 000 000 mE) y elevaciones referidas al nivel medio del mar, en metros.
2. Ver cortes generales en los planos GEN-02 Y GEN-03.

CONVENCIONES

SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE
	Modulo 1				
	Modulo 2				
	Modulo 3				
	Zona vehicular				
	Empradización				
	Anden				
	Lote PTAR				
	Cerca				
	Canal de riego				

FECHA	OBSERVACIONES	APROBÓ
06/2018	EMISIÓN INICIAL DEL MODULO 1	
06/2019	EMISIÓN INICIAL DEL MODULO 2	
03/2020	EMISIÓN INICIAL DEL MODULO 3	

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

PROYECTO:

Ecotech Systems

PLANTA MODULAR DE TRATAMIENTO
DE AGUA RESIDUAL No.1
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

CONTIENE:

CONFORMACIÓN GENERAL
PTAR MODULAR No.1

DIBUJÓ: Juan David Diaz Rueda	ESCALA: 1:275	PLANO No. GEN-01	
	REVISÓ: ING. Maria Consuelo Betancourt B. TP 63202-12661 QND		
FECHA: MAYO 2022	ARCHIVO CAD: CONFORMACIÓN GENERAL DE LA PTAR MODULAR 1.dwg		

8.1 ÍNDICE DE FICHAS

FICHA No.	CONTENIDO
1	Área de pretratamiento
2	Canaleta Parshall
3	Reactores Biológicos
4	Sedimentadores
5	Manejo de Lodos
6	Lechos de Secado
7	Tanque de Cloración
8	Aforo de agua tratada
9	Sistema de Alivio

8.1.1. FICHA No. 1 Área de pretratamiento

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE MODULAR	**FICHA No: 1**
AREA: OPERACIÓN	**AREA DE PRETRATAMIENTO**

OBJETO:

Remover material grueso y material inerte que llegan a la PTAR, a través de la tubería de 24" procedente del sistema de alcantarillado de la urbanización. En la Figura No. 2 se muestra la conformación de esta unidad de tratamiento.

OPERACIÓN NORMAL:

El agua llega directamente del sistema de alcantarillado a la estructura de entrada, pasa por las rejillas de cribado y de ahí a los desarenadores, canaleta Parshall y caja de distribución.

PROBLEMAS POTENCIALES	POSIBLES CAUSAS
1. Se observa arena o material inerte flotando en las aguas del zanjón. 2. Rejillas colmatadas. Desborde de la estructura. 3. Desprendimiento de olores ofensivos. 4. Taponamiento de las tuberías de los desarenadores. 5. Taponamiento de la tubería de paso a las unidades de trampa grasas.	1. Acumulación de arenas en el tanque. 2. Acumulación de materia orgánica en la estructura. 3. Falta de mantenimiento en estas unidades. 4. Llegada de material plástico y/o icopor que tapona las rejillas. 5. Llegada de un caudal superior al de diseño de la unidad.

. - Lavado y Retiro de Material en las Rejillas de Cribado

. La limpieza de las rejillas es manual.

. La limpieza de cada reja se realizará al inicio y al final de cada turno en cada una de las rejas que tiene la PTAR.

. Las herramientas requeridas son: Rastrillo, escoba, carretilla.

. Retire el material retenido en las rejillas y colóquelo sobre la bandeja de escurrido. Deje secar mínimo 1 hora y después llévelo en carretilla hasta el sitio de disposición.

. Coloque el material recolectado en el Lecho No. 1 del Módulo 1, en una capa delgada y rocíe cal sobre la superficie para evitar los malos olores.

. Con esta operación se evita la acumulación de agua en las cámaras y la posible inundación.

. Es necesario realizar mínimo dos (2) sesiones de limpieza al día, debido a que el sistema de alcantarillado arrastra mucha cantidad de sólidos a la PTAR. en el día es el de mayor caudal para la operación de la PTAR.

. Si se presentan lluvias o una situación anómala, se debe proceder a intensificar las labores de limpieza en estas unidades.

. Ver Figura No. 3

. - Lavado de los Desarenadores

De acuerdo con la cantidad de arena acumulada en la estructura de desarenación y los cálculos realizados en el diseño hidráulico, cada 10 días se debe realizar la limpieza de esta estructura.

Aunque la frecuencia de mantenimiento se proyecta cada 10 días, este tiempo deberá ser estandarizado por el OPERADOR de la planta de acuerdo a la experiencia adquirida en el comportamiento que se presente en la red de alcantarillado, para ello se debe realizar el seguimiento de la acumulación de arena en las estructuras.

El mantenimiento que se deberá realizar consiste en retirar las arenas acumuladas en la estructura. Proceder de la siguiente forma:

- Cerrar la compuerta ubicada a la entrada de la unidad que se vaya a limpiar. Lo anterior con el fin que todo el caudal sea tratado por la otra unidad de desarenación.
- Abrir la válvula de purga correspondiente al desarenador que se va a limpiar. El tiempo requerido para desocupar el desarenador se determinará visualmente, se puede identificar hasta que aparezca el material arenoso, evitando la pérdida del mismo en esta operación.
- El agua-arena depositada en el tanque de lavado se irá filtrando a través del lecho. Una vez se observe el manto de arenas en el fondo del desarenador se procederá a retirar el material arenoso manualmente, por medio de una pala y carretilla.
- Las arenas retiradas se entierran en sitio dispuesto para tal fin dentro de la PTAR. Ver Figura No. 4

.- Canaleta Parshall

Esta estructura deberá inspeccionarse diariamente verificando el estado de limpieza de la misma. En la Canaleta Parshall adicionalmente se deberá comprobar que la reglilla esté vertical y la numeración sea visible. Ver Ficha No. 2.

.- Canal de Repartición

Se verificará diariamente la limpieza del mismo, estado de las compuertas y que las tuberías de salida hacia el sistema de Trampa Grasa de cada módulo de tratamiento se encuentren libres de material depositado. Ver Figura No. 5

. - Trampa de Grasas

. Los métodos de limpieza son manuales.

. La limpieza de cada unidad se realizará al inicio y al final de cada turno en cada una de las rejas que tiene la PTAR.

. La unidad de medida de extracción de grasa será el número de litros que marque la carretilla en la cual se transportan hasta el lecho de secado.

. Con esta operación se evita la acumulación de agua en las cámaras y la posible inundación.

. Es necesario realizar las dos sesiones de limpieza durante la jornada diurna, debido a que este turno es el de mayor caudal para la operación de la PTAR.

. Coloqué el material recolectado en el Lecho No. 1, en una capa delgada y rocié cal sobre la superficie para evitar los malos olores.

. Ver Figura No. 6

. - Llegan aguas de color diferente

- Se observa la llegada de aguas con un color diferente a la PTAR, se debe impedir la entrada de éstas al reactor biológico, para esto baje completamente las compuertas de los desarenadores. El agua se represará en el sistema de alcantarillado.

- Abra la compuerta colocada después de los desarenadores, para evacuar el agua hacia el Pozo No. 3. De allí deberá ser descargado por el sistema de Alivio de la PTAR.

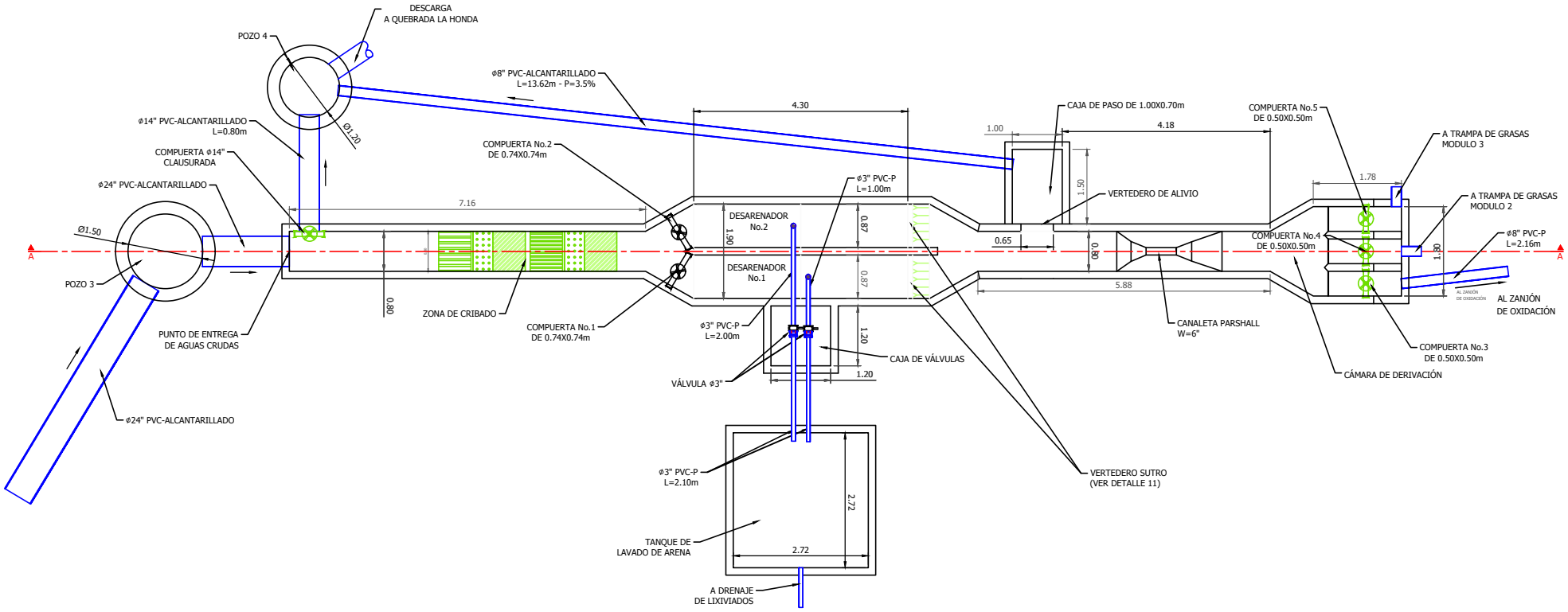
- Informe inmediatamente al Jefe de Operación de la PTAR.

MONITOREO

Determine la cantidad de material retenido y llene el formato correspondiente. Esta actividad se debe realizar dos veces en la jornada diurna.

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.2
ESTRUCTURA DE ENTRADA



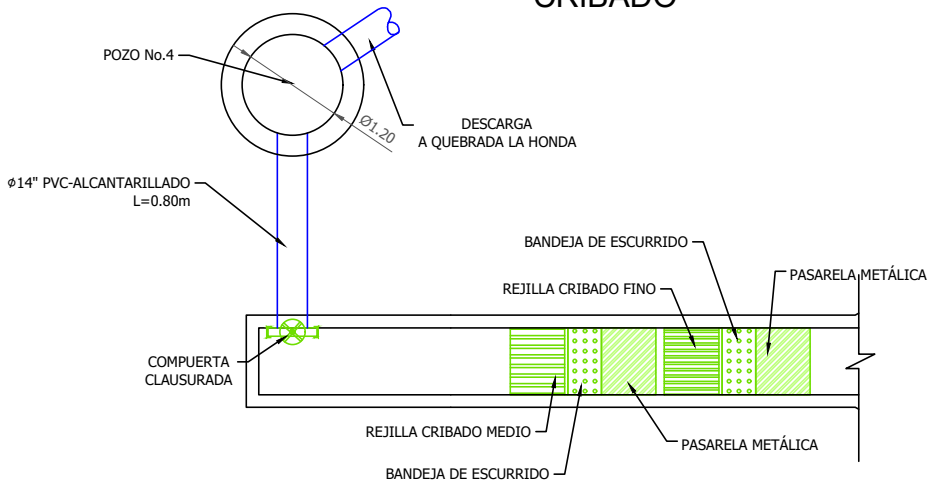
PLANTA GENERAL

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

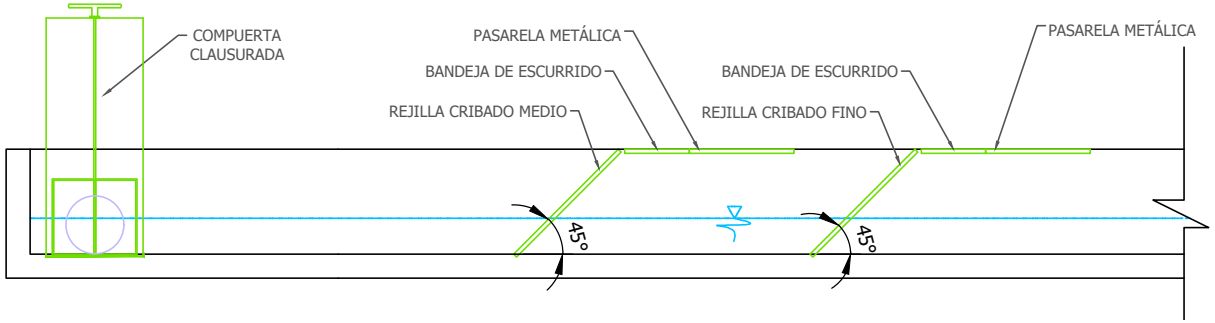
Ecotech Systems
PTAR · EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.3
CRIBADO



PLANTA GENERAL



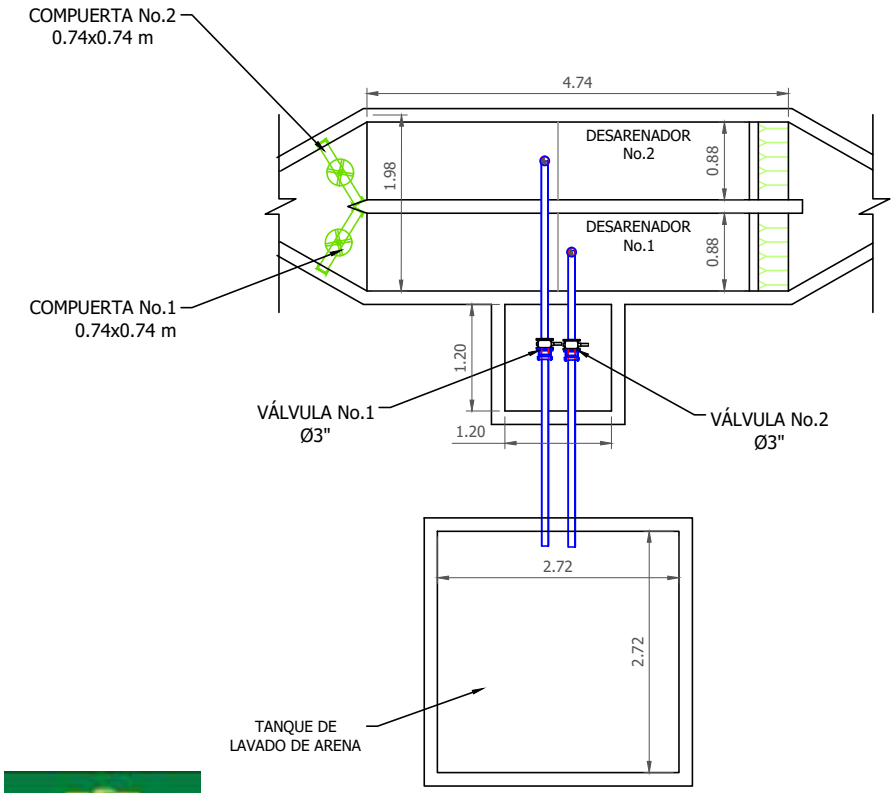
CORTE LONGITUDINAL

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

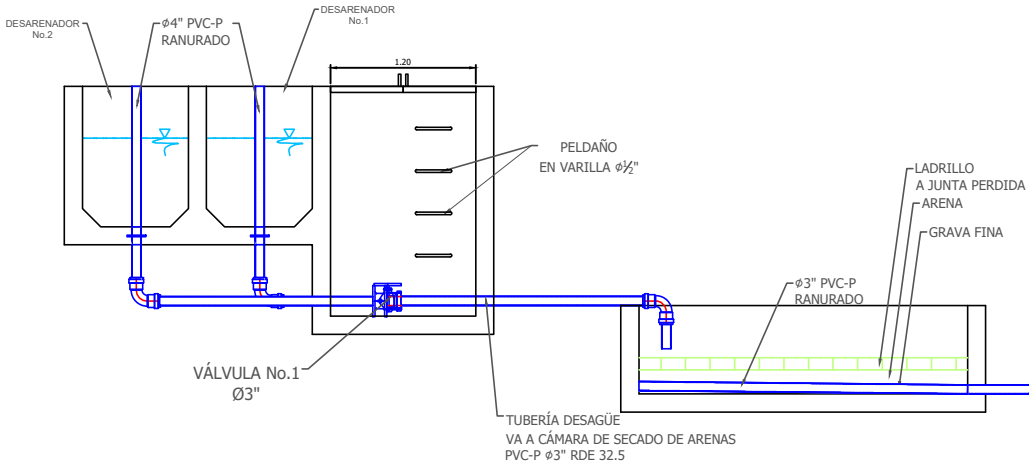
Ecotech Systems

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.4
DESARENADORES



PLANTA GENERAL



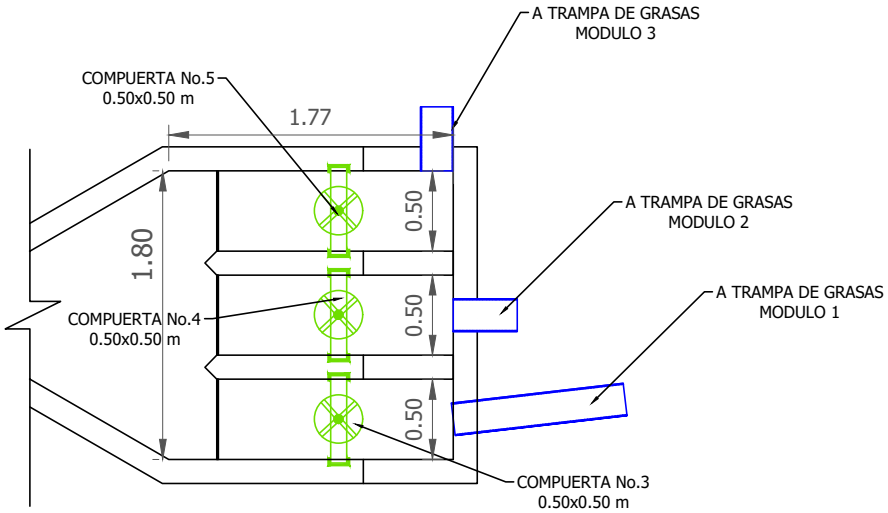
CORTE TRANSVERSAL

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

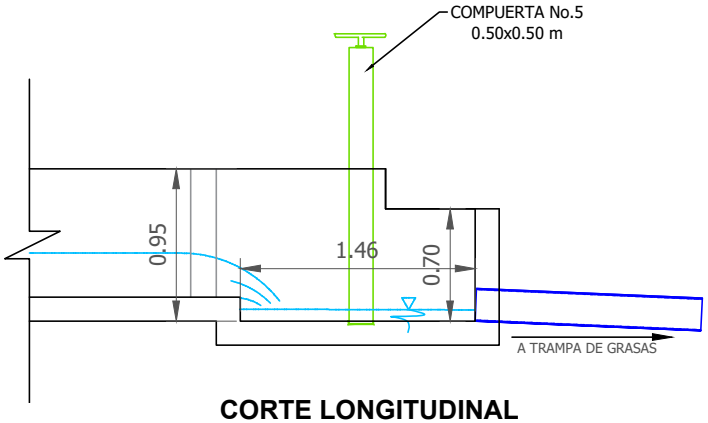
Ecotech Systems
PTAR · EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.5
CAJA DE REPARTICIÓN



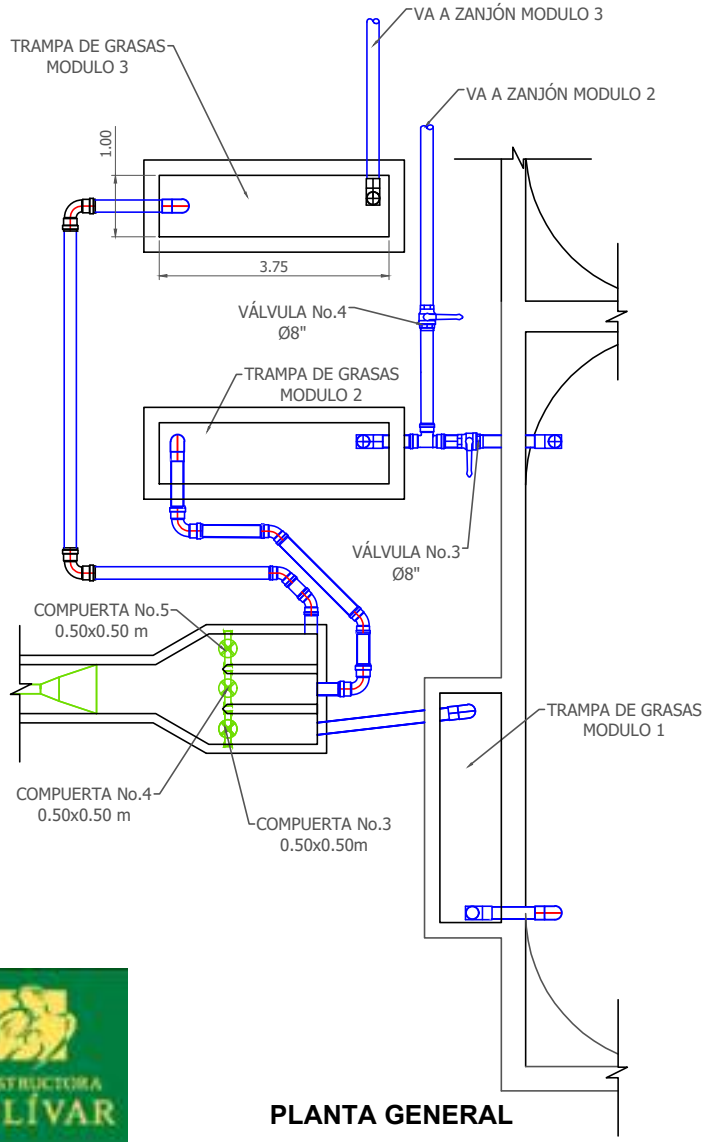
PLANTA GENERAL



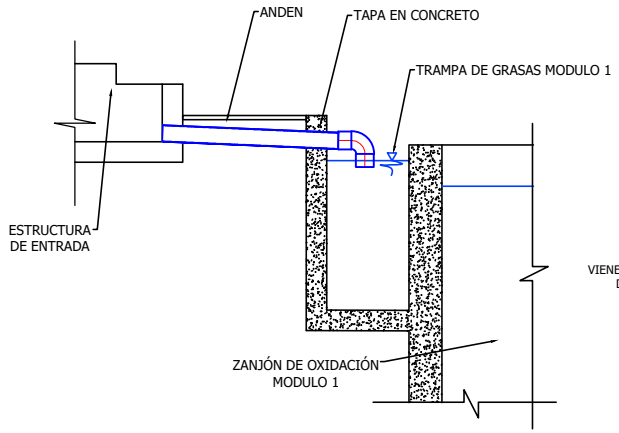
CORTE LONGITUDINAL

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

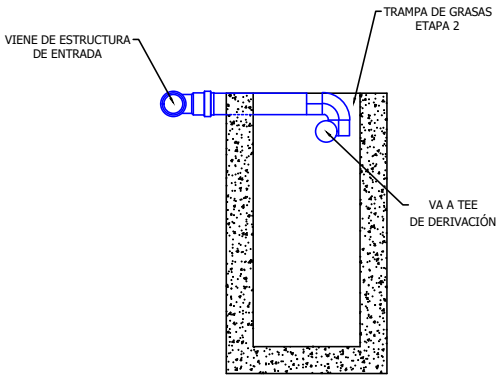
FIGURA No.6
TRAMPA DE GRASAS



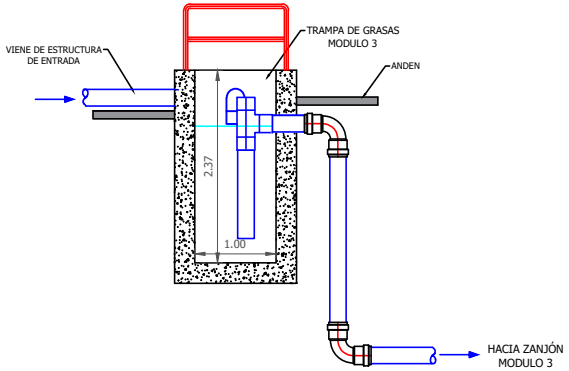
PLANTA GENERAL



CORTE TRANSVERSAL
TRAMPA DE GRASAS MODULO 1



CORTE TRANSVERSAL
TRAMPA DE GRASAS MODULO 2



CORTE TRANSVERSAL
TRAMPA DE GRASAS MODULO 3

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

8.1.2. FICHA No. 2 Canaleta Parshall

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE FASE I	**FICHA No: 2**
AREA: OPERACIÓN	**CANALETA PARSHALL**

OBJETO:

Medición de caudales mediante la canaleta Parshall

OPERACIÓN NORMAL:

El agua fluye libremente a través de esta unidad. Es posible tomar la lectura directa del caudal en la rejilla de medida.

PROBLEMAS POTENCIALES	POSIBLES CAUSAS
1. Se observa material que impide el libre paso del agua en la estructura. 2. Rejilla torcida	1. Falta de mantenimiento en las rejillas y desarenadores. 2. Falta de mantenimiento

.- Diariamente se debe establecer el caudal de ingreso a la PTAR. Registrar el valor de la reglilla en el formato correspondiente, cada hora entre las 7:00 y 18:00

.- Si el caudal obtenido excede en un 30% al normalmente registrado, informar inmediatamente al Ing. De Procesos para que se tomen las medidas correspondientes.

.- Registre el caudal de entrada en el formato correspondiente.

8.1.3. FICHA No. 3 Reactor biológico

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE FASE I	FICHA No: 3
AREA: OPERACIÓN	REACTOR BIOLOGICO

OBJETO:

Transformar la materia orgánica en inorgánica con ayuda de micro organismos aeróbicos que se generan mediante la aplicación mecánica de aire en la masa activa del reactor biológico.

CARACTERISTICAS:

El zanjón consiste en un tanque de concreto de 32.80 m de largo x 12.90 m de ancho y 5.05 m de altura total, con un borde libre de 50 cm.

Está equipado con aireadores superficiales tipo Tritton de 25 HP y soplador de 5HP.

El ingreso del agua residual se lleva a cabo a flujo libre por medio de una tubería de 8" y el agua tratada sale por vertedero rectangular de 2.20 m de ancho por medio de una tubería de 8". Ver Figuras No. 7 y 8

OPERACIÓN NORMAL

En el zanjón de oxidación se debe revisar a diario la presencia de espumas que debe ser mínima o nula.

El agua dentro de la estructura debe permanecer con apariencia de "leche cortada" y su color deberá ser gris oscuro y se debe observar en todo momento la mezcla en completa suspensión.

1. El agua llega al reactor por medio de la tubería de PVC de 8", que viene de la zona de pretratamiento.
2. Energice los aireadores, déjelos operando de acuerdo con el plan de aireación de la PTAR. Siempre debe estar en funcionamiento mínimo uno de los dos aireadores.

3. El nivel en la zanja debe permanecer constante.
4. El floc debe mantener un color café claro.
5. Los aireadores deben operar sin ruidos extraños ni movimientos de cabeceo.

PROBLEMAS POTENCIALES	POSIBLES CAUSAS
1. Se sube el nivel del agua en el reactor. 2. Se baja el nivel del agua en el reactor. Se produce oleaje 3. Formación de espumas 4. Olores ofensivos 5. Se para uno o los dos aireadores. 6. Baja concentración de SSML en el zanjón. 7. Presencia de materiales extraños en el zanjón.	1. Está pasando demasiado caudal o muy poco caudal al reactor. 2. Problemas en las conexiones eléctricas del sistema. 3. Mala operación en la estructura de entrada, o causas naturales debido a las condiciones meteorológicas existentes. 4. Llegada de aguas con condiciones diferentes a aguas residuales domésticas a la PTAR.

MEDIDAS CORRECTIVAS:

. - Niveles anormales de agua en el zanjón

1. Permita el paso normal del agua de la estructura de entrada.
2. Vigile la inmersión del aireador de acuerdo con lo establecido en el manual de los equipos.
3. Continué con la operación normal.
4. Informe inmediatamente la situación al Ing. De Procesos de la PTAR y siga sus instrucciones.

5. Verifique si en el pozo de acceso a la PTAR se identifica obstrucción de flujo del agua cruda. Informe en caso de encontrar una condición anormal en esta estructura.

.- Se detiene la aireación

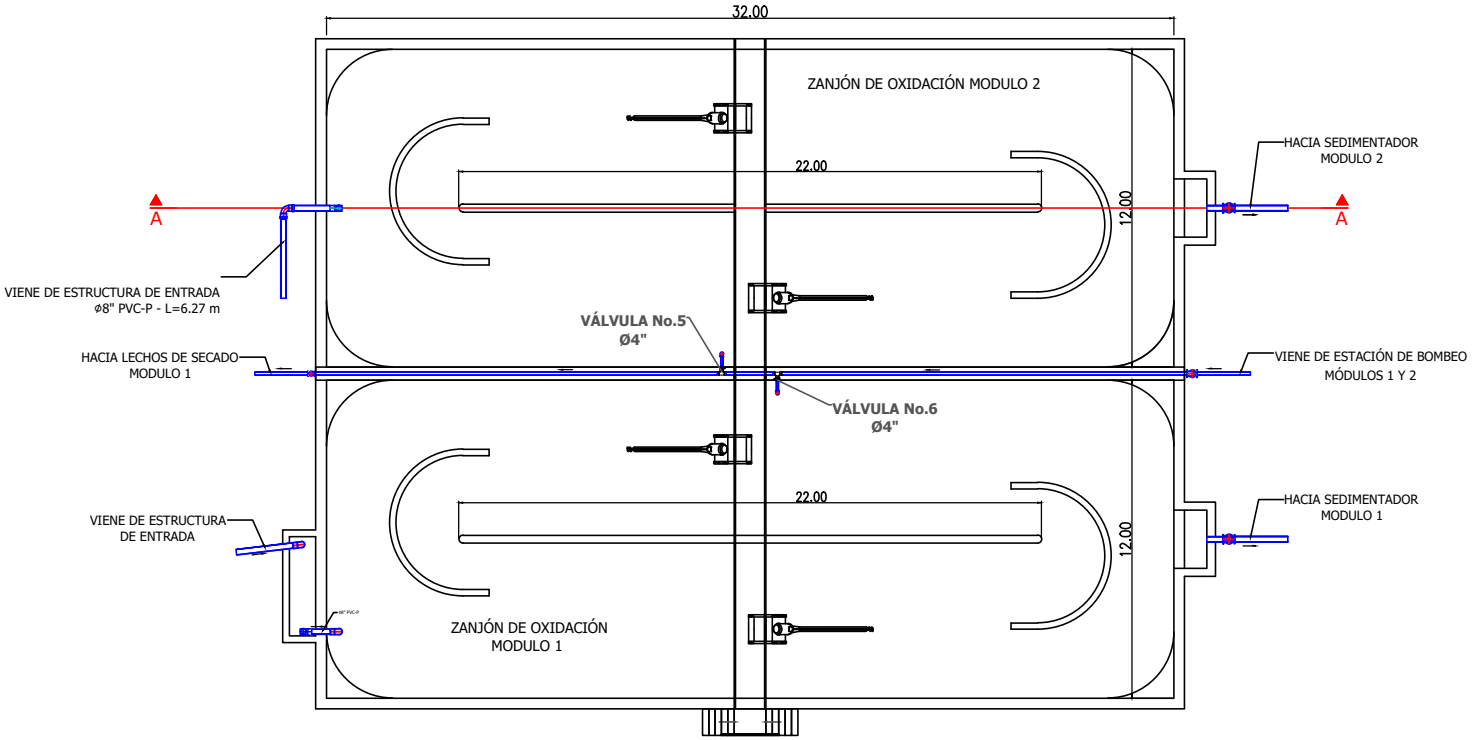
1. Prenda inmediatamente el otro aireador. El Zanjón no debe permanecer sin suministro de aire.
2. Verifique en el tablero de control si se trata de un problema de disparo del breaker de control. Proceda a bajarlo y volverlo a poner en su posición de trabajo normal.
3. Si el problema no se soluciona proceda a informar al Ing. De Proceso.
4. Si el problema se presenta en los dos aireadores proceda a informar inmediatamente al Jefe de Operación de la PTAR. Si el problema persiste por más de 6 horas, proceda a suspender el ingreso de agua a la PTAR para evitar desestabilización del zanjón.

.- Se presentan espumas en el Zanjón

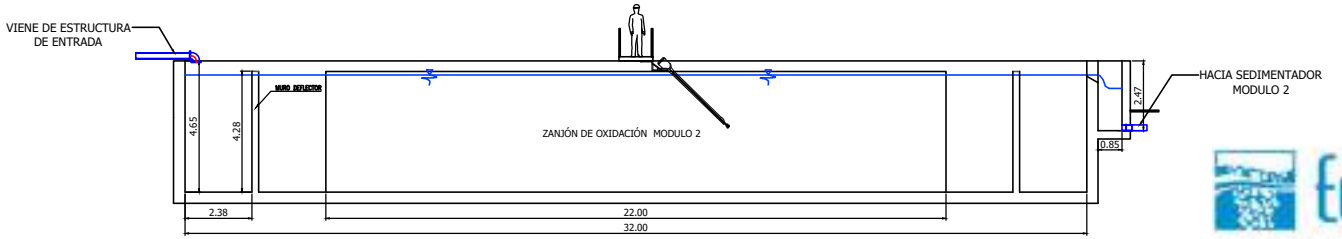
1. Esta situación se presentará durante la Puesta en marcha del sistema por bajos niveles de sólidos en la masa biológica del reactor. Durante las horas de menor temperatura en el día.
2. Proceda a bajar la espuma con chorros de agua.
3. Evite que la espuma supere los bordes del zanjón para evitar que el viento la lleve a las zonas vecinas.
4. Si el problema persiste informe al Ing. De Procesos.
5. Retire la espuma presente en la superficie del zanjón, utilizando la nasa, deposite el material en carretilla y llévelo al lecho de secado indicado por el Ing. De procesos.

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.7
ZANJÓN DE OXIDACIÓN MÓDULOS 1 Y 2



PLANTA GENERAL



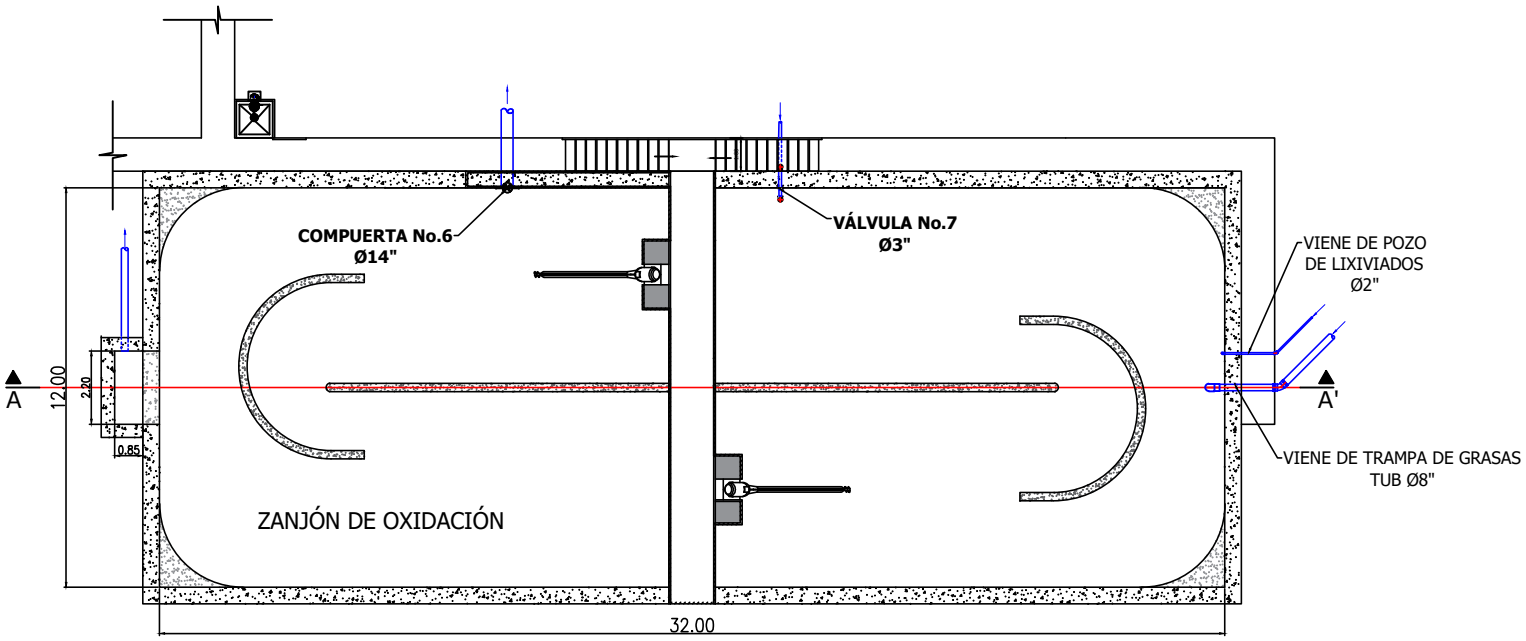
CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

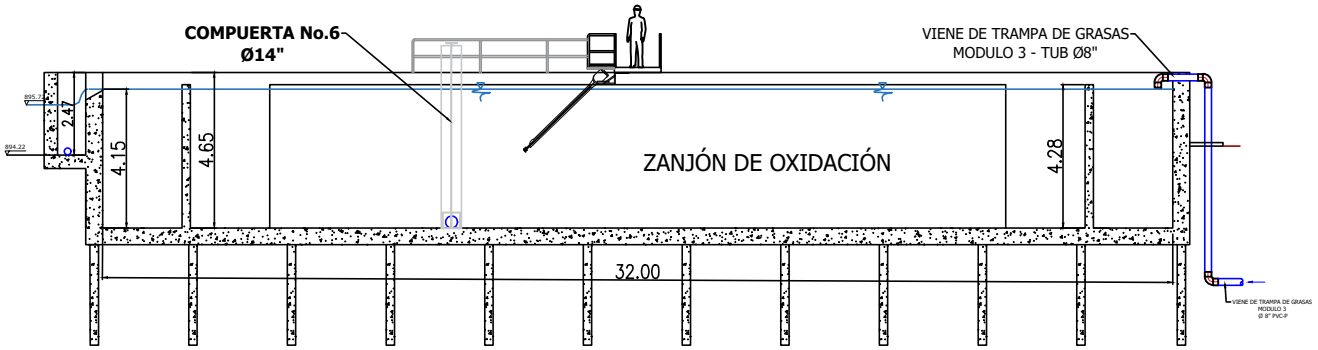
Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.8
ZANJÓN DE OXIDACIÓN MODULO 3



PLANTA GENERAL



CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

Ecotech Systems
PTAR • EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

8.1.4. FICHA No. 4 Sedimentación

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE FASE I	**FICHA No: 4**
AREA: OPERACIÓN	**SEDIMENTACIÓN**

OBJETIVO:

Permitir la sedimentación del lodo y el envío del mismo por gravedad, a la estación de bombeo.

CARACTERISTICAS:

El sedimentador es un tanque circular con diámetro externo de 10.35 m y una altura total de 4.95 m desde la parte más baja hasta la corona del muro. La entrada de agua por la parte central por medio de una tubería de 8” y los lodos sedimentados se extraen por una tubería de 6” hacia la estación de bombeo. Ver Figuras No. 9 y 10.

OPERACIÓN NORMAL:

El agua fluye normalmente del zanjón y pasa al sedimentador, a través de una tubería de 8”. El agua clarificada sale por la canaleta dentada del sedimentador y se conduce al canal de salida, de allí pasa mediante tubería de 8” que trabaja a gravedad al tanque de cloración.

El canal de salida entrega el agua a un pozo y de ahí es conducida hasta la estructura de entrega de agua tratada.

Los lodos fluyen por gravedad hasta alcanzar la cámara de bombeo para ser enviados a los lechos de secado y/o recircularlos al zanjón, de acuerdo con las necesidades del proceso.

Es recomendable realizar diariamente pruebas de sedimentabilidad de los lodos generados en el zanjón, con el fin de determinar la frecuencia de recirculación de lodos y de esta forma, evitar la disminución parcial de la rata de infiltración y periodos demasiado largos de secado en los lechos.

PROBLEMAS POTENCIALES	POSIBLES CAUSAS
1. Flota lodo en la estructura.	1. Un IVL inadecuado.
2. Se baja y/o sube el nivel del agua en el sedimentador.	2. Problemas en la recirculación de los lodos.
3. Mal olor del agua.	3. Mala operación del zanjón de oxidación.
4. El barredor de lodos suena o se detiene	4. Fallas en el equipo y/o presencia de material flotante que impide su giro.

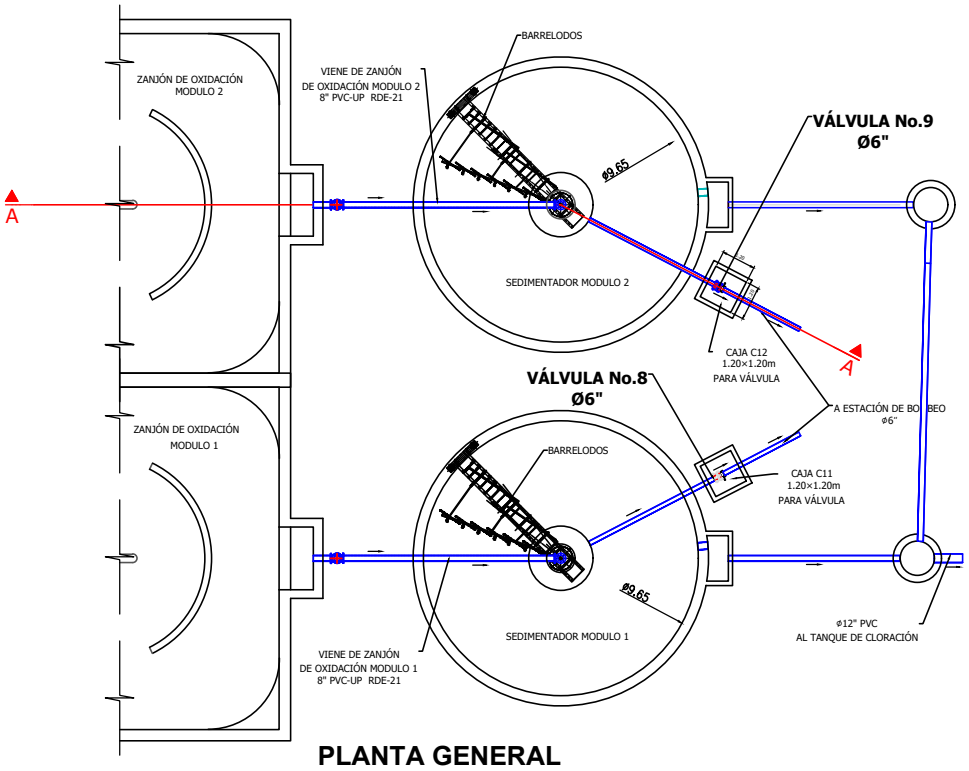
MEDIDAS CORRECTIVAS:

1. Aumente la recirculación de lodo, enviando parte a los lechos de secado.
2. Revise si la válvula de salida del lodo hacia la estación de bombeo se encuentra bien cerrada.
3. Identifique el IVL. Si se encuentra fuera del rango comunique al Ing. De Proceso.
4. Continué la operación normal.
5. Si se presentan problemas de sedimentación en el sistema, antes de hacer cambios a la operación de la planta, se recomienda que el licor mezclado sea analizado para verificar que los filamentos son la causa de los problemas de sedimentación. Si es posible, deberá determinarse el tipo de filamento mediante análisis microscópico de tal forma que se puedan implementar medidas adecuadas de control ya que diferentes clases de filamentos requieren diferentes medidas de control.
6. Se deben retirar el material flotante de los sedimentadores y depositarlos en los lechos de secado.

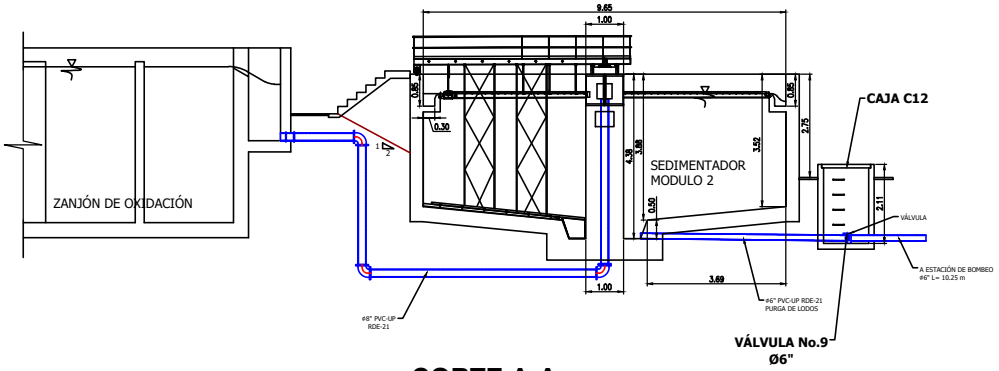
7. Si se nota un ruido o funcionamiento anormal del sistema de barrelodos, pare el equipo e informe inmediatamente al Ing. De procesos.
8. Se deben lavar las canaletas de recolección de agua tratada con una frecuencia mínima de tres veces por semana. No utilizar ningún tipo de detergente, solo utilizar el cepillo de acero, escobón y agua proveniente del mismo proceso.

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.9
SEDIMENTADOR MÓDULOS 1 Y 2



PLANTA GENERAL



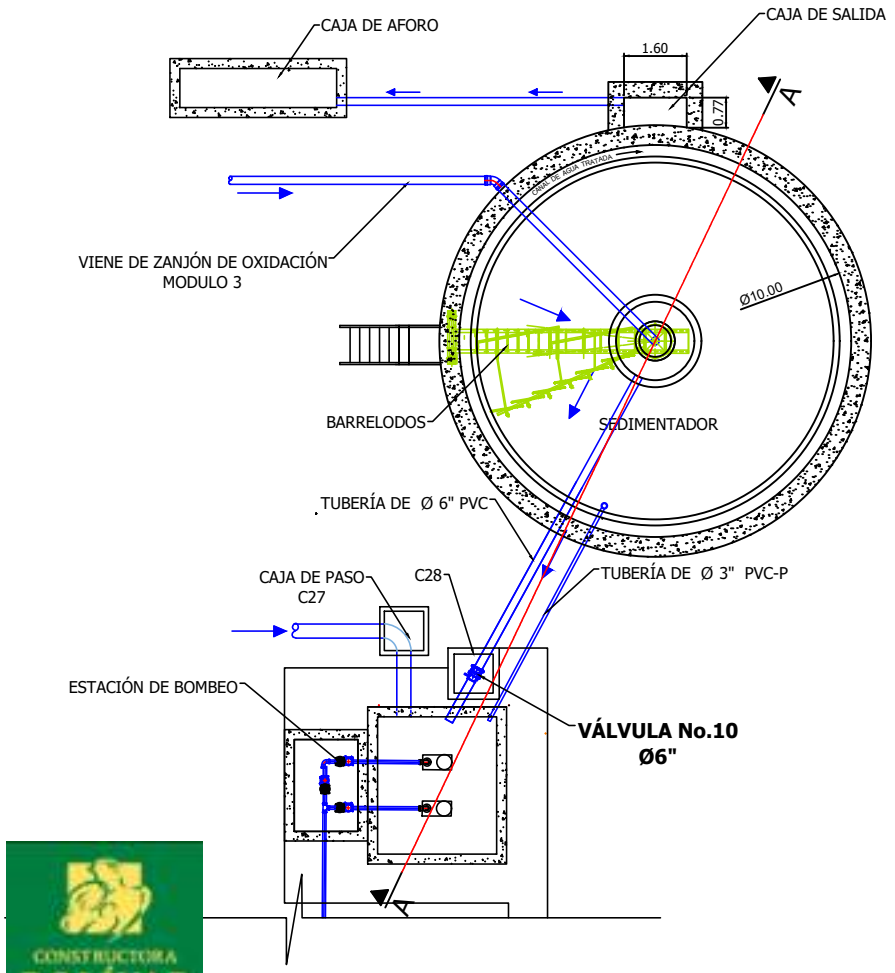
CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

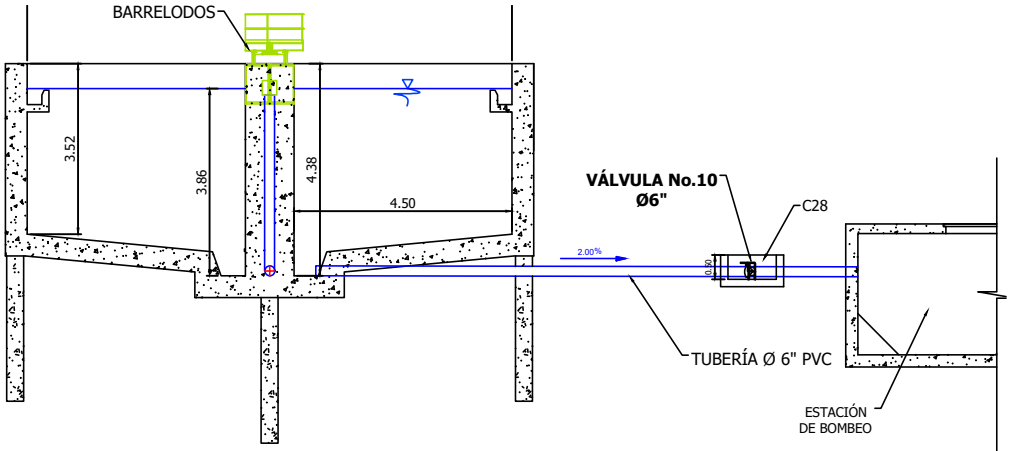
Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.10
SEDIMENTADOR MODULO 3



PLANTA GENERAL



CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

8.1.5. FICHA No. 5 Estaciones de bombeo de lodos

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE FASE I	**FICHA No: 5**
AREA: OPERACIÓN	**ESTACIONES DE BOMBEO DE LODOS**

OBJETIVO:

Permitir la extracción del lodo de los sedimentadores y él envió del mismo a los lechos de secado y/o zanjón de oxidación dependiendo de las condiciones de operación del proceso.

CARACTERISTICAS:

La cámara de bombeo de lodos, es una estructura de concreto de 5.55 m por 3.54 m y 2.95 m de profundidad. Esta estructura está dotada con dos bombas de capacidad de 20L/S. Está previsto que se utilice una sola bomba durante la FASE 1, la otra es la de respaldo del sistema. Ver Figuras No. 11 y 12

OPERACIÓN NORMAL:

Los lodos fluyen normalmente por gravedad hasta alcanzar la cámara de bombeo para ser enviados a los lechos de secado y/o zanjón de oxidación y cabeza de proceso, por medio de una tubería de 4” PVC Presión.

1. Verificar que el lodo fluya normalmente a la cámara de bombeo, mediante el accionamiento manual de la válvula de acceso de 6” instalada en la caja correspondiente.

2. Verificar que el sistema de succión funcione correctamente.

3. Establezca el esquema de bombeo que va a usar, que bomba se va a usar. El funcionamiento de las bombas debe ser alternado, para evitar el deterioro de la bomba de respaldo.

4. Verifique que las válvulas de descarga estén abiertas en los lechos y/o zanjón de oxidación.

5. Energice la bomba e inicie el bombeo.

6. Verifique el nivel de lodos en la cámara de bombeo.

7. Registre el tiempo de bombeo a zanjón y/o lechos de secado.

8. Recuerde que el cerrado de la válvula de acceso al lecho de secado se debe hacer lentamente, para evitar sobrepresión en la tubería.

PROBLEMAS POTENCIALES	POSIBLES CAUSAS
1. No llega lodo a la cámara de bombeo. 2. No prenden las bombas. 3. No llega lodo a los lechos de secado	1. Taponamiento de la tubería de interconexión. 2. Falla en el sistema eléctrico. 3. Taponamiento de las tuberías de conducción a los lechos.

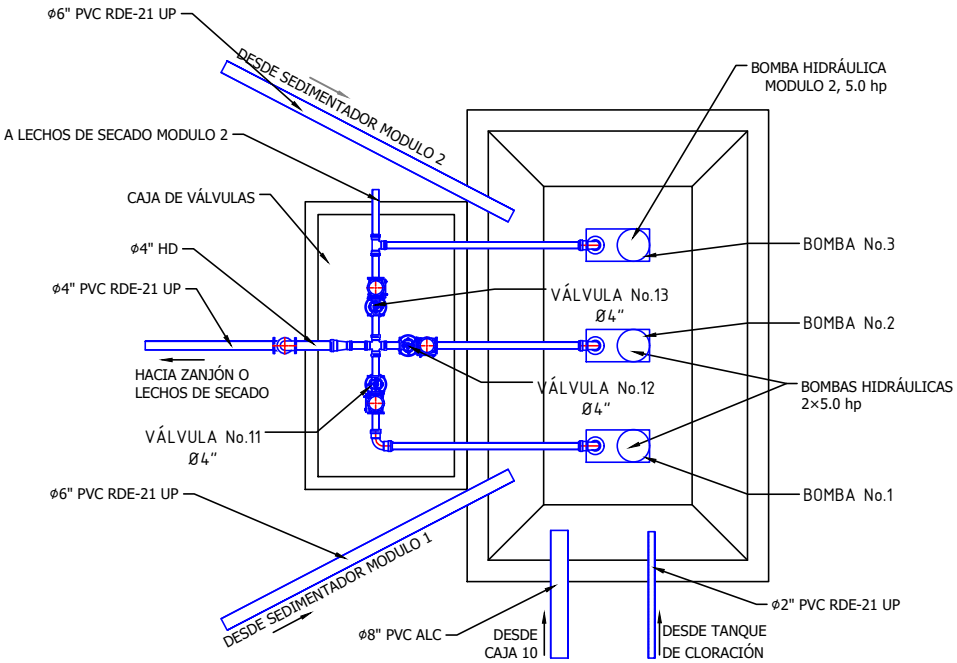
MEDIDAS CORRECTIVAS:

1. Revise que esté abierta la válvula de entrada de lodo, del sedimentador al tanque de succión.
2. Sondee la tubería con chorro de agua o mecánicamente.
3. Revise el funcionamiento de las bombas. Son sumergibles, por lo tanto si no funcionan deben ser retiradas de la Estación de bombeo y proceder a la limpieza de las mismas.
4. Revise el sistema eléctrico. Si no solucionar el problema, llame al técnico-electromecánico, él se encargará de solucionar el problema. No manipule los equipos en ningún momento.

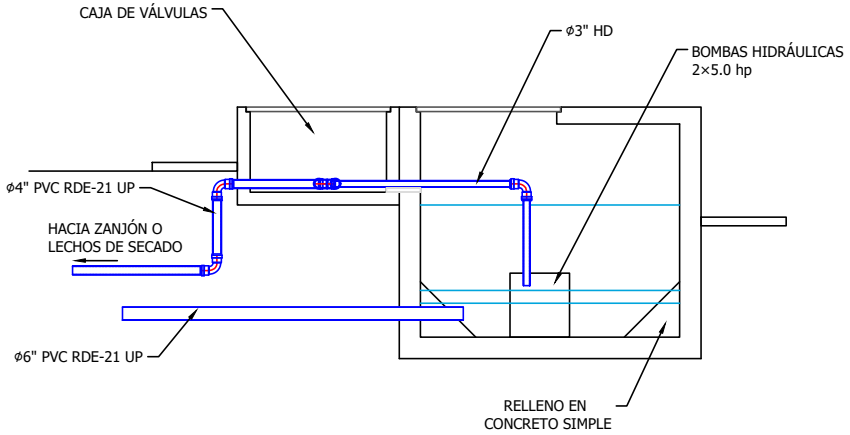
5. Si el daño lo amerita, informe al Ing. de Proceso de la PTAR.
6. Registre el inconveniente presentado en la bitácora de la PTAR.

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.11
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LODOS
MÓDULOS 1 Y 2



PLANTA GENERAL



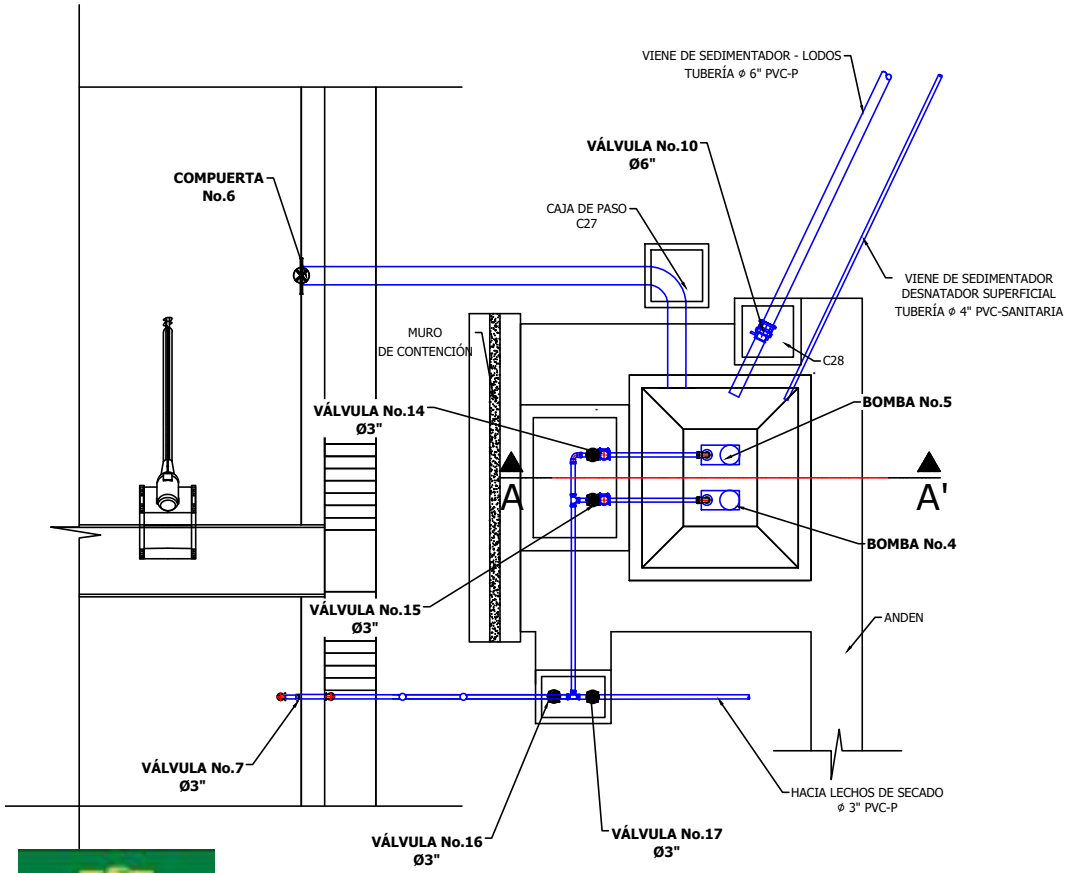
CORTE TRANSVERSAL

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

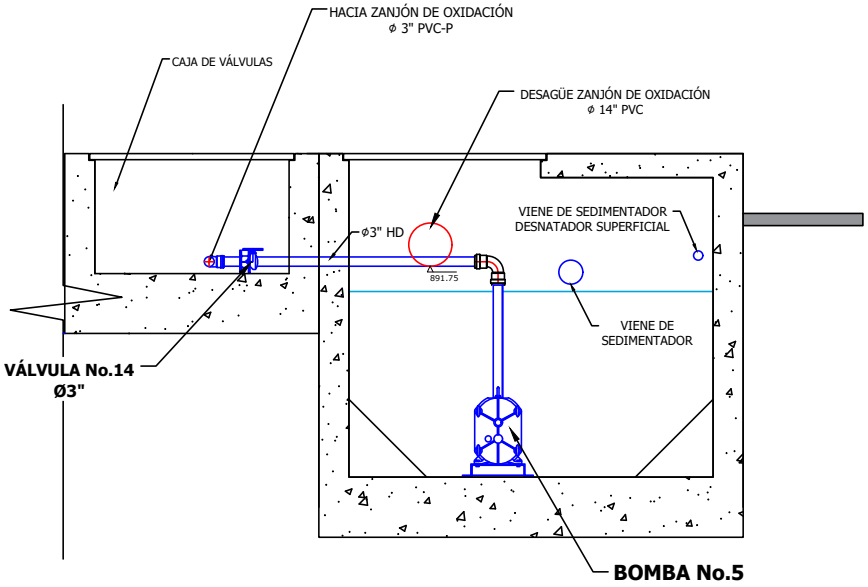
Ecotech Systems
PTAR´s, EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

FIGURA No.12
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LODOS
MODULO 3



PLANTA GENERAL



CORTE A-A'

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

8.1.6. FICHA No. 6 Lechos de secado de lodos

PTAR: ARBOLEDA DEL CAMPESTRE FASE I	**FICHA No: 6**
AREA: OPERACIÓN	**LECHOS DE SECADO DE LODOS**

OBJETO:

Estructura de almacenamiento y espesamiento del lodo por efecto de la sedimentabilidad y evaporación del sobrenadante.

CARACTERISTICAS:

Para la primera fase, se construyó un módulo de 8 celdas de secado con dimensiones de 9.00 m x 6.00 m.

Cada celda está conformada por una capa de grava de 20 cm, una capa de arena de 20 cm, cada lecho dispone de una válvula de bola de 3" para apertura o cierre de la celda; y un sistema de drenaje con una tubería perforada. Ver Figuras 13 y 14.

OPERACION NORMAL:

1. Seleccione el lecho que va a llenar. Siempre se deben llenar del No. 2 hasta el No. 8, en el Módulo 1. El No. 8 está destinado para los elementos retenidos en la estructura de entrada y trampagrasas. En el Módulo 2 del 1 al 7, el 8 está destinado para el almacenamiento del lodo seco y en Módulo 7, del 1 al 7.
2. Revise que la válvula de llenado esté abierta.
3. Inicie el bombeo hasta alcanzar un nivel en el tanque de máximo 0.40 cm. La altura deberá ser determinada por el Ing. De proceso de acuerdo con los resultados obtenidos del lodo que es necesario disponer.
4. Cuando se alcance la altura deseada cierre la válvula de acceso.
5. Repita la operación con el otro lecho de secado.

MEDIDAS CORRECTIVAS:

1. Cierre la válvula de recirculación, abra la válvula de llenado del lecho, incremente el lodo de recirculación.
2. Disminuya la altura de lodo en el lecho.
3. Observe si el agua fluye a través del medio filtrante. Si no es así informe al Ing. de proceso, para que programe el mantenimiento del medio en el lecho de secado.
4. El lodo debe ser retirado cuando alcance el nivel de humedad preestablecido. La orden de retiro la dará el ing. De proceso siga sus instrucciones. Proceda a disponerlo en bolsas plásticas negras y resistentes, para ser dispuestos de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente.

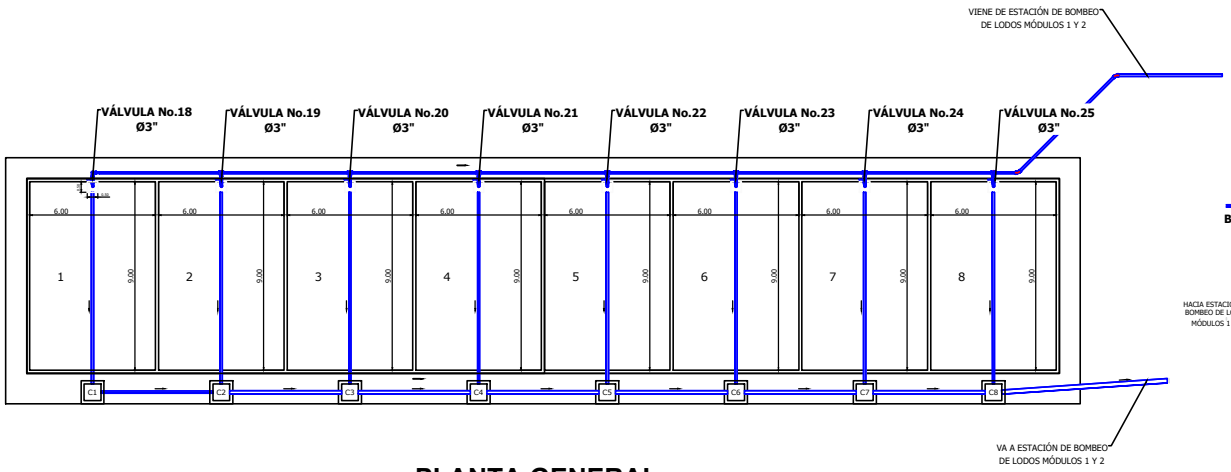
MONITOREO

Registre la cantidad de lodo seco retirado por mes de la PTAR.

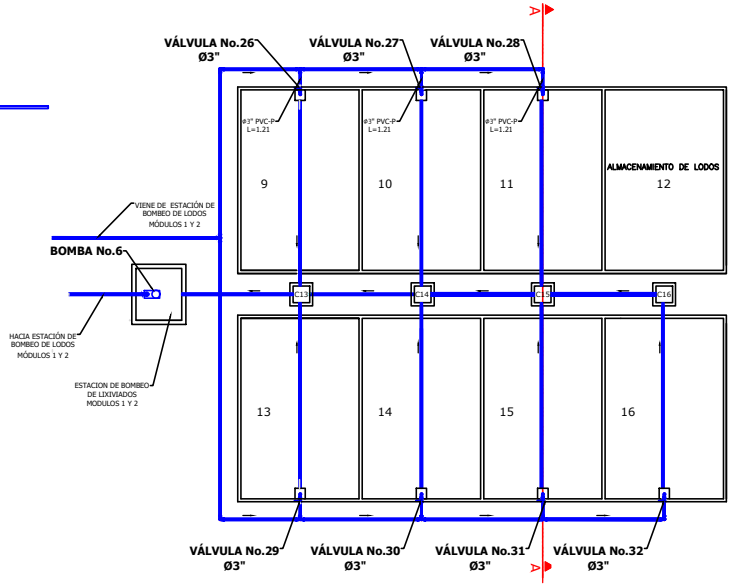
Registre las fechas de disposición de lodos en cada lecho y fecha de retiro hacia el sitio de almacenamiento, en el formato correspondiente.

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

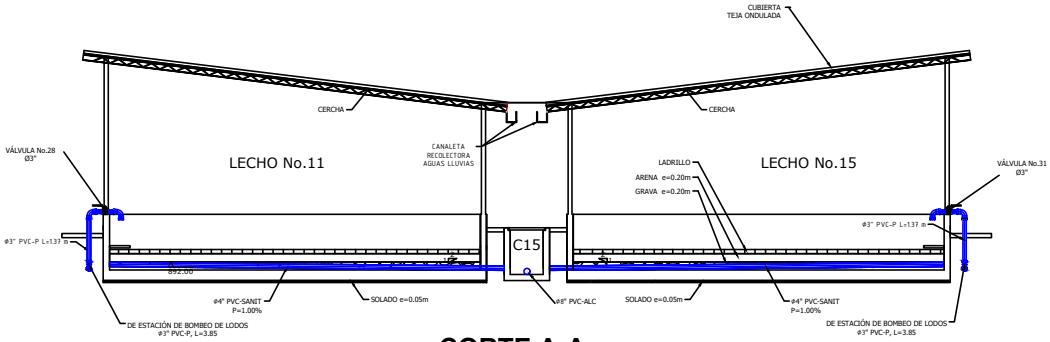
FIGURA No.13
LECHOS DE SECADO MÓDULOS 1 Y 2



PLANTA GENERAL
LECHOS DE SECADO MODULO 1



PLANTA GENERAL
LECHOS DE SECADO MODULO 2



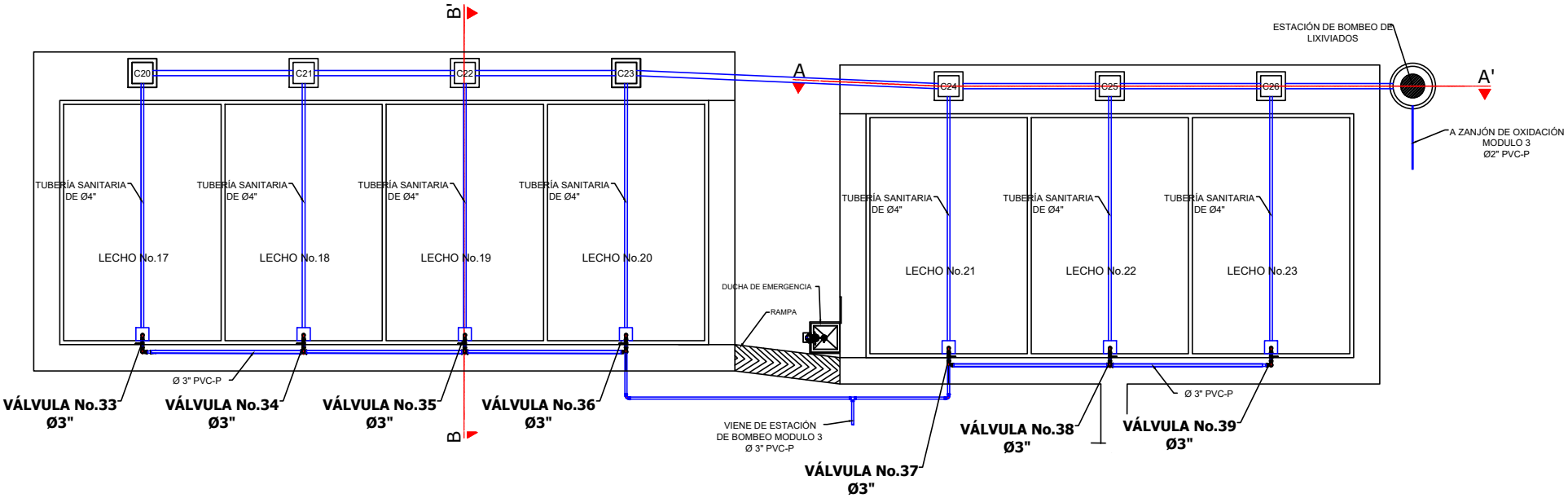
CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

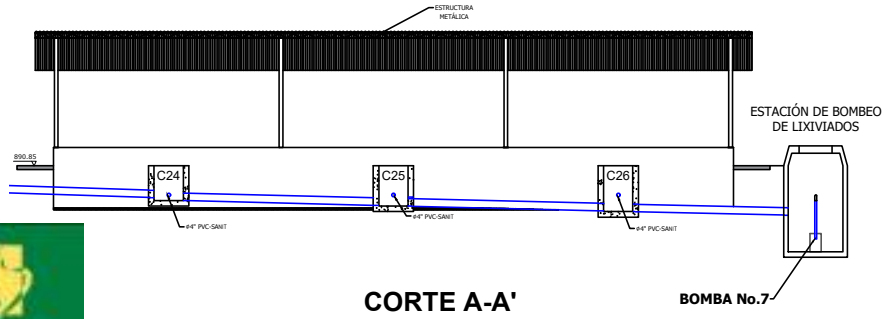
Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

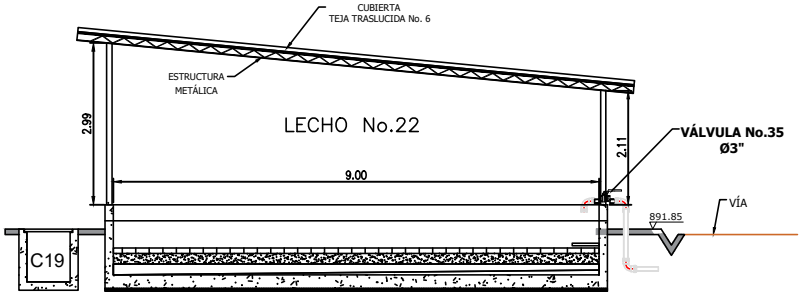
FIGURA No.14
LECHOS DE SECADO MODULO 3



PLANTA GENERAL



CORTE A-A'



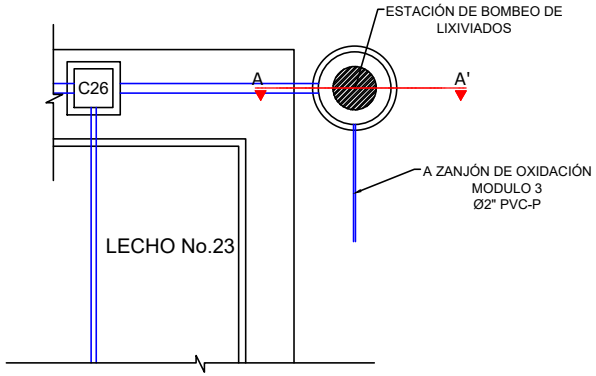
CORTE B-B'

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

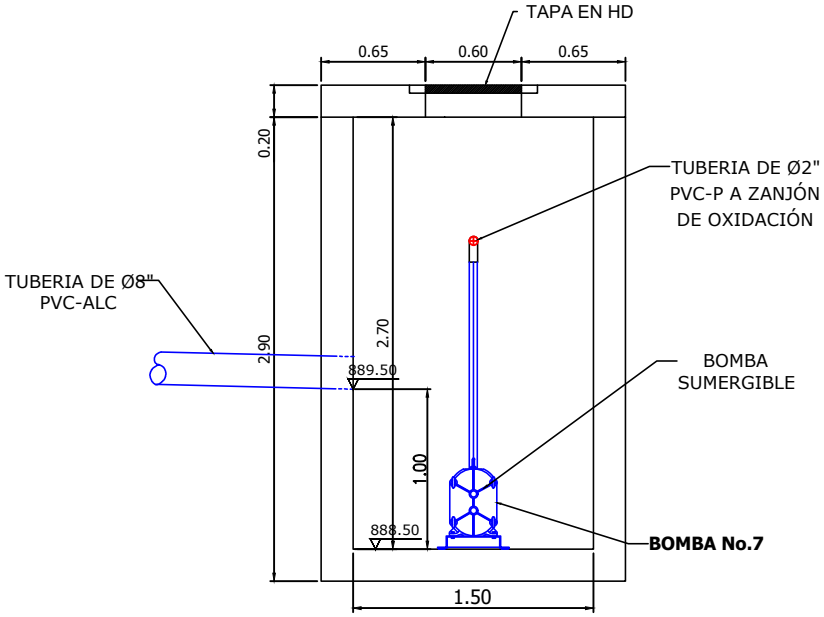
Ecotech Systems

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

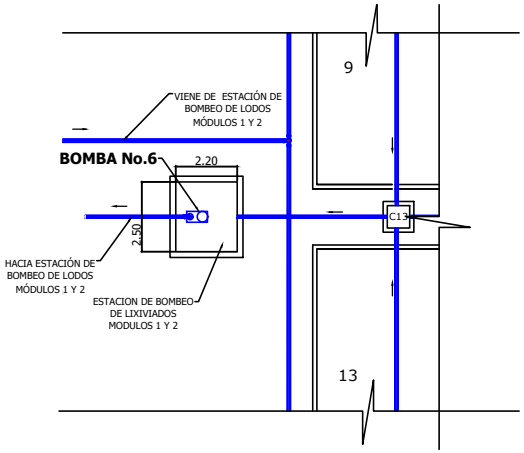
FIGURA No.15
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LIXIVIADOS MÓDULOS 1, 2 Y 3



PLANTA GENERAL
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LIXIVIADOS MODULO 3



CORTE A-A'



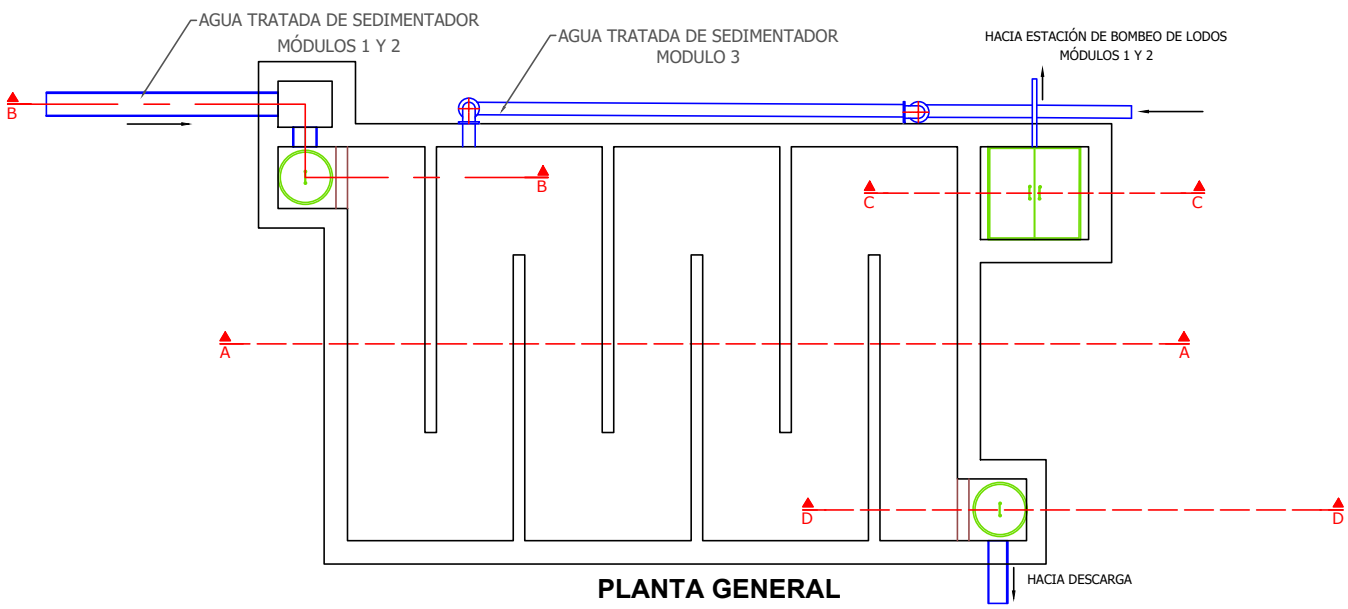
PLANTA GENERAL
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LIXIVIADOS MÓDULOS 1 Y 2

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

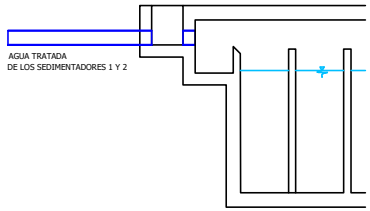
Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS

PLANTA DE TRATAMIENTO MODULAR DE AGUAS RESIDUALES
URBANIZACIÓN ARBOLEDA DEL CAMPESTRE

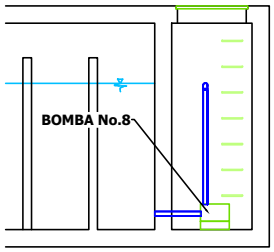
FIGURA No.17
TANQUE DE CLORACIÓN



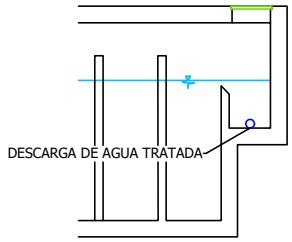
PLANTA GENERAL



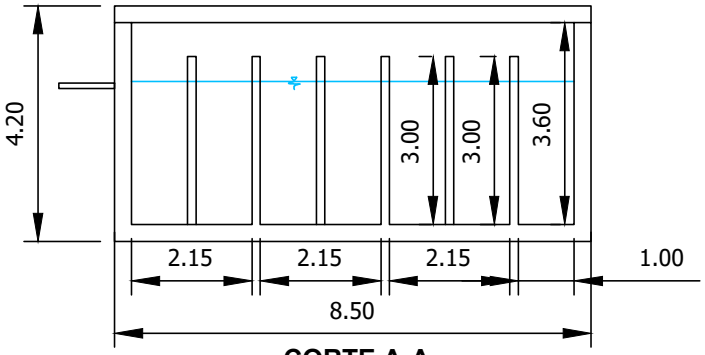
CORTE B-B



CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE A-A

CONSTRUCTORA BOLÍVAR

Ecotech Systems
PTAR´s EQUIPOS Y SISTEMAS PARA MANEJO Y CONTROL DE AGUAS