

## **MEMORIA TÉCNICA**

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PRODUCTOS  
LÁCTEOS ARTESANALES**

**CORREGIMIENTO DE POTUGA, DISTRITO DE PARITA, PROVINCIA DE HERRERA,  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**DISEÑO HIDRAULICO**

**NOVIEMBRE DE 2022**

Este informe y memoria de cálculo pretende presentar una breve descripción técnica del sistema de tratamiento de aguas residuales, que en lo posterior mencionaremos como planta de tratamiento de aguas residuales que se sugiere instalar en el proyecto Productos Lácteos Artesanales. Por regulación, leyes y normas ambientales y de salud pública de la República de Panamá es necesario tratar las aguas negras o residuales antes de ser vertidas directamente a un cuerpo de aguas superficiales o subterráneas, de igual forma el uso y disposición final de lodos están regulados. En los Anexos al final de este informe se plasman las respectivas normas y resoluciones aplicables al caso.

El caudal generado, por los usuarios de las distintos artefactos del sistema de plomería; tales como: lavamanos, urinales, sanitarios, duchas, fregadores y tinas para trapeadores que formarán parte del edificio de Productos Lácteos Artesanales, será conducido a través del sistema o red sanitaria previamente diseñada y construida, pasará por una trampa que retendrá los flotantes hasta llegar a una estación de bombeo de aguas residuales crudas y de ese tanque serán impulsadas hasta el sitio propuesto para la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales tipo modular.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El proyecto Productos Lácteos Artesanales consiste en la construcción de un edificio que albergará las instalaciones donde se realizarán las distintas actividades propias del negocio. El plan maestro contempla la construcción del edificio, vía de acceso para automóviles y camiones desde la vía que dirige hacia Potuga, cuatro espacios para ubicar camiones con acceso a los depósitos, dos estacionamientos para camiones en espera, once estacionamientos para personal administrativo y clientes, Además, se contará con un área para planta de tratamiento de aguas residuales, áreas verdes y otros.

Ubicado en un polígono que limita con la Carretera Interamericana y la vía que conduce hacia Potuga, corregimiento Potuga, distrito de Parita, provincia de Herrera, república de Panamá. El terreno donde se desarrollará el proyecto está ubicado sobre la finca identificada con el Folio Real número 30399015, código de ubicación número 6407, cuyo propietario es ALIMENTOS AMMA, S.A., R.U.C. número 155711297. La superficie total de la finca es de 1 hectárea y 42 decámetros cuadrados y el sitio donde se desarrollará el proyecto cuenta con un Uso de Suelo Vigente tipo Comercial Urbano (C2). Las coordenadas UTM, dentro de la finca, en las que se hicieron perforaciones para poder hacer estudios del suelo son 893114.89 mN y 542977.00 mE.

Para la ejecución de este proyecto, se plantea someter ante el Ministerio de Ambiente un Estudio de Impacto Ambiental, categoría I, para lograr entre otros temas, la autorización de descargar los efluentes líquidos directamente a un pozo de infiltración, lo que permitirá cumplir con las disposiciones estipuladas en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019 que se aplica en casos de descargas de efluentes líquidos a cuerpos y masas de agua continentales y marinas.

La planta de tratamiento se ubicará soterrada respecto al nivel de suelo natural, en un sitio que garantiza evitar problemas de inundaciones y con un retiro, respecto al pozo de agua mas cercano, muy superior a lo que las normas establecen.

Para la ejecución de este proyecto, se plantea someter ante el Ministerio de Ambiente un Estudio de Impacto Ambiental, categoría I, para lograr, entre otros temas, la autorización de descargar los efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas, atendiendo a las disposiciones estipuladas en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019, específicamente en un cabezal sanitario que descarga sobre la Quebrada La Gallinaza, siendo las coordenadas del punto de descarga las siguientes:

- Norte: 892874.22
- Este: 543739.25

La planta de tratamiento se ubicará en un área cuyas coordenadas son 543041.6 m E y 893116.87 m N, en la zona 17P dentro de la línea de propiedad. El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto tendrá una capacidad mínima de 12,000 litros por día. Estará conformado por un módulo de tratamiento prefabricado en fibra de vidrio de capacidad neta de 7,560 litros por día. El módulo prefabricado contará con un tanque anóxico, dos tanques de aireación y un tanque de sedimentación. El sistema de tratamiento contará también, con una estación de bombeo de aguas residuales crudas, una trampa de sólidos, una trampa de flotantes (grasas) y un de contacto de cloro, que en conjunto albergarán 4,500 litros. Toda esta infraestructura de tratamiento de aguas residuales quedará soterrada, en un sitio que garantiza evitar problemas de inundaciones. Por otro lado, la trampa de flotantes y la estación de bombeo sanitaria o de aguas servidas crudas, estarán soterradas ubicadas en un área aledaña al módulo de tratamiento de aguas residuales.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **i.1. Generalidades**

El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para las instalaciones de Productos Lácteos Artesanales, que se construirá en la provincia de Herrera, tendrá la capacidad para procesar adecuadamente las aguas residuales, originadas principalmente del metabolismo humano, que provengan de los baños, cocina, tinas y drenajes del proyecto. El proyecto contará con un área de construcción cerrada, que sirvió de base para que en base a sus dimensiones y usos se asignarán los estimados de caudales.

### **i.2. Capacidad de la planta de tratamiento:**

Tal como se estableció en el Título Descripción General del Proyecto el sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto permitirá las siguientes ventajas:

- Adecuar las infraestructuras al área disponible
- Mejor utilización de los recursos, permitiendo la asignación de los mismos en función del crecimiento de la demanda
- Habilitar cada módulo en función de la demanda
- Reducción de costos de operación, en función de la demanda
- Reducción de costos de mantenimiento, durante el tiempo en que la demanda permita la operación de un solo módulo

Una vez aclarado lo anterior, para efectos de cálculos, se establece que el caudal de aguas de consumo, por módulo, será entonces de:

$$Q_{consumo} = 10.0 \text{ m}^3/\text{día}$$

Utilizando un factor de retorno de 75%, el caudal promedio diario (QPD) de aguas residuales sería:

$$QPD = 10.0 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.75 = 7.5 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$QPD = 7.5 \text{ m}^3/\text{día}$$

De manera que el caudal máximo diario, tomando en cuenta un aumento en el volumen de las aguas residuales del 25% será de:

$$QMD = 1.25 \times QPD = 1.25 \times 7.5 \text{ (m}^3 / \text{día)} = 9.375 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$QMD = 9.4 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Para efectos de diseño, se establecen también los siguientes parámetros equivalentes:**

Dotación por habitante:	303 lt/día (80.159 gal/día)
Número de habitantes por vivienda:	4.95
Viviendas Equivalentes:	5
Factor de reingreso:	75%
Caudal medio:	7.5 m <sup>3</sup> /día
Caudal Máximo:	9.375 m <sup>3</sup> /día
Aporte Unitario de DBO:	0.20 lbDBO/hab día
Capacidad en el Día Pico:	4.96 lbDBO/día
Niveles de Concentración de DBO inicial:	400 mgDBO/lt

## **II. SISTEMA PROPUESTO**

### **ii.1. Justificación del empleo de planta de tratamiento**

Con el objeto de cumplir con la Norma DGNTI COPANIT y tratar las aguas hasta obtener un efluente líquido que pueda ser descargado directamente a cuerpos y masas de aguas continentales y marinas, atendiendo a las disposiciones establecidas en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019, específicamente en la Quebrada La Gallinaza, que fue el propuesto al Ministerio de Ambiente y que está pendiente de Resolución, se desarrollará un sistema de tratamiento identificado como Lodos Activados por Aeración Extendida.

### **ii.2. Descripción del sistema de tratamiento**

El sistema de tratamiento propuesto se basa en el principio de lodos activados por aeración extendida. Este es un proceso secundario de oxidación biológica en el cual el afluente al sistema es puesto en contacto, en un reactor de aeración, con lodo rico en concentración microbiana (lodo activado) que ha sido recirculado parcialmente del sedimentador secundario.

De esta forma, una planta de tratamiento de aguas servidas de origen doméstico basada en el sistema de digestión aeróbica, también llamado de “aeración extendida”, consiste en poner al agua que entra a la planta en contacto íntimo con el oxígeno del aire. El principio en que se basa este proceso de digestión aeróbica y remoción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua cruda, tiene varias facetas:

- a. Adsorción y coagulación de aquellos sólidos suspendidos y coloidales que no hayan sido previamente separados mediante cribado a través de rejillas.

Bioadsorción en donde la materia orgánica soluble en el líquido residual es inicialmente removida por adsorción y almacenamiento en las células de los organismos responsables de la actividad biológica presente en el reactor y que se pone en íntimo contacto con esos substratos al promoverse una mezcla efectiva del lodo activo recirculado con el líquido afluente al proceso.

A través del crecimiento del lodo, producto de una asimilación microbiológica mediante sus mecanismos de respiración y de síntesis (crecimiento y multiplicación).

A través de una auto digestión (respiración endógena) de las masas microbianas, cuando existan limitaciones de substrato biodegradable.

Para lograr todo esto, es parte fundamental del proceso la recirculación de los lodos que ya han pasado su contacto íntimo con el oxígeno en el reactor y un proceso final de sedimentación; éste sirve para clarificar el agua que ya ha pasado por el reactor y también para sedimentar los lodos activados que luego se recircularán hacia la entrada del reactor.

En resumen, el líquido a tratar pasa subsecuentemente por:

- Eliminación de materiales sólidos no biodegradables;

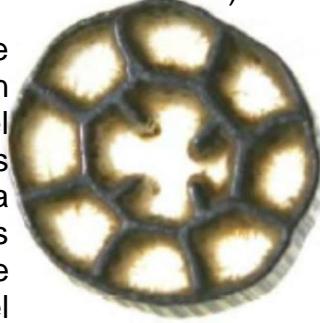
- Oxidación por medio de inyección de aire empleando, sopladores y/o difusores instalados en el fondo del reactor de aeración;
- Clarificación del agua y sedimentación de los lodos activados;
- Recirculación de estos lodos activados bombeándolos de regreso desde el fondo del sedimentador hasta la entrada del reactor;
- Disposición del agua tratada en el sistema de recolección de aguas residuales (Ver planos)

La planta de tratamiento prefabricada que se instalará es marca Biolam, y la misma está compuesta de tres compartimientos dentro de su estructura:

1. Compartimiento de pretratamiento, almacena y recibe las aguas residuales hasta que toda la materia sólida se sedimenta en el fondo, generando un manto de lodo. Los sólidos orgánicos se descomponen física y biológicamente. El material no biodegradable que no se puede tratar biológicamente, se retiene también en este compartimiento, mientras que los sólidos orgánicos parcialmente descompuestos y divididos finamente pasan al siguiente compartimiento para su digestión aeróbica.
2. Compartimiento de tratamiento aeróbico. En éste, el material orgánico pretratado es sometido a un proceso de digestión aeróbico, lo cual se logra a través de la disolución de oxígeno en el agua, a través del burbujeo de aire que se obtiene de un soplador y dos difusores de burbuja fina instalados en el fondo de este compartimiento. El aire también tiene como objetivo mezclar eficientemente el lodo generado por el proceso (lodo activado) y mantener en suspensión el medio de retención de colonia (BIOFILM), con esto se logra llevar a cabo la digestión aeróbica mezclando 2 procesos: El proceso de lodos activados tradicional (lecho fluido) y el proceso de biopelícula fija; logrando de esta manera alcanzar en poco tiempo una eficiencia muy alta en la remoción del material orgánico contaminante. El sistema de aireación es completamente automático ya que cuenta con un programador electrónico.
3. El último compartimiento, es el de sedimentación. Las aguas residuales tratadas fluyen hacia este compartimiento donde las partículas más pequeñas caen al fondo y regresan al compartimiento aeróbico para ser tratadas nuevamente, de tal manera que se descargue del compartimiento de sedimentación un efluente líquido incoloro e inodoro altamente tratado, el cual puede ser enviado a pozos de absorción, colectores municipales e incluso ser reutilizado para riego.

Las plantas de tratamiento BIOLAM consisten en la utilización de un proceso que combina el tratamiento a través de lodos activados y de película fija, dicho proceso se denomina MBBR por sus siglas en Inglés (“Mixed Biological Bed Reactor”).

Este proceso utiliza un medio de retención de biopelícula fabricado de un material especial que tiene un peso específico que oscila entre 0.93 – 0.95, por lo que el mismo se mantiene en suspensión. Cuando las comunidades de microorganismos crecen adheridas a una superficie se denomina biopelícula. Los microorganismos en un proceso de tratamiento de aguas residuales de biopelícula son más resistentes a alteraciones en el proceso en comparación con otros tipos de tratamientos biológicos. Por lo tanto, los tratamientos de aguas residuales basados en la tecnología de biopelícula resultan ser más robustos especialmente en comparación con tecnologías convencionales.



MEDIO DE RETENCIÓN

En la tecnología MBBR el biofilm crece protegido en el interior de un soporte plástico, diseñado especialmente con una elevada superficie interna. Estos soportes plásticos se encuentran en suspensión y completamente distribuidos en la fase líquida.

Esta tecnología tiene las siguientes ventajas:

- Operar con cargas extremadamente altas sin riesgo de colmatación y tratar tanto aguas residuales como industriales **en espacios relativamente pequeños** como aguas domésticas.
- Eficiente, compacta y fácil de operar.
- Tratamientos más robustos en comparación con los procesos convencionales.

### ii.3. Descripción de cada elemento del sistema de tratamiento.

Tratándose de aguas procedentes del proyecto, el sistema de tratamiento seleccionado para depurar estas aguas residuales estará compuesto por los siguientes elementos:

- Estación de Bombeo primaria, para impulsar las aguas negras crudas (afluente)
- Trampa de sólidos
- Trampa de grasas y de flotantes

- Tanque anóxico
- Reactor de aeración (2 compartimientos)
- Sedimentador
- CI para toma de muestras a la descarga de las aguas tratadas
- Cámara de cloración

**Estación de bombeo:** Con el objeto de elevar la cota piesométrica de las aguas residuales del sistema de recolección y entregarlas a la planta en una cota tal que permita el flujo a través de la planta por gravedad y su posterior descarga al cuerpo receptor. Contará con dos bombas sumergibles con encendidos alternos y la capacidad de trabajar simultáneamente de acuerdo a las señales de cuatro distintas boyas encargadas de acotar las funciones de las bombas.

**Trampa de sólidos:** Para proceder a separar los lodos mayores y objetos indeseados entrantes al sistema, se ha diseñado como primera parte del tratamiento un compartimiento, que se utiliza para retener sólidos gruesos o mayores a 2.5 centímetros, lo que garantiza que los lodos que efectivamente entran al sistema de aireación serán solamente sólidos suspendidos, lo cual representa para el sistema de aeración extendida una gran ventaja: garantizar que los lodos entrantes son perfectamente digeribles mediante un sistema aeróbico.

**Trampa de grasas y de flotantes.** El proceso de tratamiento comenzará al pasar los desechos orgánicos emanados de los distintos locales por una trampa de grasas y flotantes donde se separarán las partículas más livianas.

**Tanque anóxico:** En el tanque anóxico se realiza el proceso de desnitrificación, proceso biológico que se genera por la asimilación bacteriana del Oxígeno de los Nitritos y Nitratos presentes en el lodo retornado de la etapa de clarificación, para lograr la reducción necesaria del Nitrógeno Total.

**Reactor de aeración:** Se empleará un reactor de aeración para darle al agua entrante la oxigenación que requiere. En el interior de éste se instalarán tres aireadores sumergibles, los cuales brindarán una continua inyección de aire y movimiento del volumen contenido en el mismo. La agitación del agua y su mezcla con oxígeno disuelto permite una degradación de los sólidos por contacto. Los centros de control de motores se ubicarán, debidamente protegidos, en una caseta y todo el equipo eléctrico contará con circuito propio y paneles de control.

En el reactor de aireación:

- a. Concentración de sólidos: Deberá ser de 2,500 a 3,800 mg/lit.

**Sedimentador secundario y recirculación de lodos:** Como su nombre lo indica, en esta etapa del sistema de tratamiento se produce la sedimentación de sólidos suspendidos degradados. Para lograr esto a cabalidad se requiere que el agua se estabilice, de tal forma que cuente con tiempo suficiente para permitir la floculación de sólidos.

El sedimentador secundario presenta forma de tolva para garantizar que los lodos se depositen en un área limitada del fondo y pueda maximizarse el proceso de recirculación. La recirculación es, fundamentalmente, la succión de los lodos depositados en el piso del sedimentador para que, regresándolos al reactor de aeración, se mantenga una concentración adecuada del material activado en el proceso.

En el sedimentador secundario:

- b. Oxígeno Disuelto: no deberá ser menor a 2 mg/lit
- c. IVL (índice volumétrico de lodos o de Mohlman): no deberá ser mayor a 300;

**Tanque de contacto de cloro:** luego de salir los efluentes del sedimentador, pasan por un dosificador de tabletas cloro y llegan a un tanque de cloro que tiene la capacidad de mantener 30 minutos o mas dichos líquidos en contacto con el cloro.

#### **ii.4. Ubicación de la planta de tratamiento**

La planta de tratamiento se ubicará, dentro de la propiedad, en el punto que tiene las siguientes coordenadas: 893116.87 m Norte y 543041.6 m Este. El sistema de tratamiento de aguas residuales, estará en un sitio que garantiza evitar problemas de inundaciones. Por otro lado, la trampa de flotantes y la estación de bombeo sanitaria o de aguas servidas crudas, estarán soterradas ubicadas en un área aledaña al módulo de tratamiento de aguas residuales.

### III. PARÁMETROS DE DISEÑO: CARGA CONTAMINANTE DEL AGUA A TRATAR

#### ABREVIATURAS

PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
mg/L	miligramos por litro
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días
SST	Sólidos Suspensidos Totales
lps	Litros por segundo
L/s	Litros por segundo
kg	kilogramos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
DQO	Demanda Química de Oxígeno
pH	potencial de Hidrógeno
cm	centímetro
mm	milímetro
l	Litros
s	Pendiente
HRT	Tiempo de residencia hidráulico
SSLM	Sólidos Suspensidos en el Licor Mezclado
m/min	Metros por minuto
Q	Caudal
SSV	Sólidos suspendidos Volátiles
SBE	Fracción Biodegradable
m <sup>3</sup>	metro cúbico
d	día
kg/d	kilogramo por día
m <sup>3</sup> /d	Metros cúbicos por día
m	Metros
ft/seg.	Pies por segundo
kW	kilo Watts
Qr	Caudal de retorno
F/M	Relación entre alimento y Microorganismos
ME	Metcalf Eddy
M3/m <sup>2</sup> /d	Metros cúbicos por metro cuadrado por día.
PVC	Cloruro de Polivinilo
SSVLM	Sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado
HP	Horse Power
g/l	Gramos por litro
U	Unidades

**TABLA 4.14**  
**Composición usual de agua residual doméstica cruda\***

Contaminantes	Concentración		
	Unidad	Intervalo	Valor usual†
Sólidos totales	mg/L	350-1200	700
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L	280-850	500
Fijos	mg/L	145-525	300
Volátiles	mg/L	105-325	200
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	100-350	210
Fijos	mg/L	20-75	55
Volátiles	mg/L	80-275	160
Sólidos sedimentables (SS)	mg/L	5-20	10
Demandada bioquímica de oxígeno a 5 días y 20°C (DBO <sub>5</sub> , 20°C)	mg/L	110-400	210
Carbono orgánico total (COT)	mg/L	80-290	160
Demandada química de oxígeno (DQO)	mg/L	250-1000	500
Nitrógeno total (expresado como N)	mg/L	20-85	35
Orgánico	mg/L	8-35	13
Amoniaco libre	mg/L	12-50	22
Nitratos	mg/L	0-0	0
Nitrilos	mg/L	0-0	0
Fósforo total (expresado como P)	mg/L	4-15	7
Orgánico	mg/L	1-5	2
Inorgánico	mg/L	3-10	5
Cloruros‡	mg/L	30-100	50
Sulfatos‡	mg/L	20-50	30
Grasas y aceites	mg/L	50-150	90
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	mg/L	<100 a> 400	100-400
Coliformes totales	no./100 mL	10 <sup>4</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup>
Coliformes fecales	no./100 mL	10 <sup>3</sup> -10 <sup>7</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	no./100 mL	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>
Quistes de <i>Giardia Lamblia</i>	no./100 mL	10 <sup>1</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup>

\* Adaptado de Tchobanoglous y Burton (1991).

† Valores basados en un aporte de 120 gal/litro-d. Información referente al número de microorganismos presentes en effuentes de tanque séptico y aguas residuales crudas se puede obtener en la tabla 2.21 del capítulo 2.

‡ Estos valores no incluyen el aporte del agua para abastecimiento.

#### EFICIENCIAS DE REMOCIÓN Y PARAMETROS DE ENTRADA Y SALIDA POR UNIDAD DE TRATAMIENTO

Siguiendo las recomendaciones de diseño de las Referencias Bibliográficas 1 y 3, los siguientes parámetros serán los que se emplearán como típicos de la calidad del agua residual que serán tratados:

PARÁMETRO	VALOR
pH	6-8
Sólidos Suspensos Totales (mg/L)	210

Sólidos Sedimentables (mL/L)	10
DBOS5, 20°C (mg/L)	210
Grasas y Aceites (mg/L)	< 100

En el caso de las grasas y aceites, para su remoción se dispondrá de una trampa específica para la retención de estas sustancias en la salida del agua cruda en aquellos locales e instalaciones en que se realicen labores de cocina de alimentos.

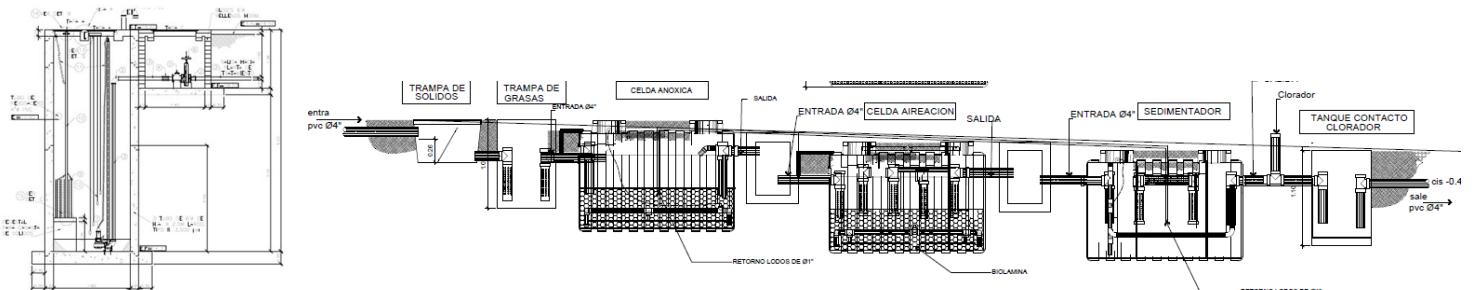
Además, se contará con una trampa de grasas que recoja los excedentes de grasas y aceites emanados de la cocina y del proceso productivo, ubicada estratégicamente aledaña a la PTAR.

#### IV. CÁLCULO DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA

A continuación se detalla el cálculo hidráulico sanitario del sistema de tratamiento:

##### iv.1. Diagrama de Flujo del sistema de tratamiento

El diagrama de flujo se detalla a continuación:



##### iv.2. Diseño de la trampa de grasas y de flotantes

La trampa de grasas y de flotantes está diseñada para contener los elementos livianos evitando que lleguen a la estación de bombeo.

El volumen útil de la trampa de grasas y de flotantes, se determinó a través de la acotación del caudal máximo, emanado del total de unidades de gasto de los distintos locales, para establecer y garantizar que su contenido contenga un volumen mínimo de retención de 3 horas. Las referencias bibliográficas establecen que las relaciones de largo : ancho deberán estar comprendidos entre 2:1 ó 3:2. A continuación los cálculos:

$$Q = \text{Caudal M\'aximo en L/s} = V / t$$

$\sqrt{\sum u}$  = Suma de todas las unidades de gasto para la trampa de grasas

$V$  = Volumen en litros > ó = 300 litros =  $Q * t$ ;  $V = A * H$

$H$  = altura mínima de la trampa de grasas,  $H > ó = 0.8$  m

$t$  = período de retención,  $t = 150$  a 180 segundos

$A$  = área de la trampa de grasas

Entonces:

$Q = 1.703$  L/s

$V = Q * t = (1.703 \text{ L/s}) * (180 \text{ s}) = 306.54 \text{ L} = 0.3069 \text{ m}^3$

$A = V / H = (0.3069 \text{ m}^3) / (0.8 \text{ m}) = 0.3837 \text{ m}^2$

$A = L * a$ ; por lo tanto:

$A = (0.69 \text{ m}) * (0.59 \text{ m}) = 0.4071 \text{ m}^2$

$A = 0.4071 \text{ m}^2 > 0.3837 \text{ m}^2$

SI CUMPLE

#### iv.3. Diseño de la estación de bombeo:

La estación de bombeo está diseñada para elevar las aguas desde el nivel de recepción de la última Cámara de Inspección que la alimenta hasta la planta de tratamiento, específicamente al punto de descarga de la tubería de impulsión, dentro de la planta de tratamiento.

El volumen útil de la estación de bombeo se determinó a través de la acotación de los caudales mínimos, medio y máximo de forma tal que se hiciera un máximo de 6 arranques por hora de los equipos y un tiempo de residencia máximo de dos horas, para evitar la posibilidad de que se generara un proceso de anoxia en la estación y evitar la posibilidad de generación de malos olores,

En la siguiente tabla se muestra la matriz para acotar las dimensiones seleccionadas para la estación de bombeo.

Tiempo (min)	Q medio	Q Maximo	Q min	L (m)	A(m)	H(m)	Dimension
10	0.79	1.19	0.20	1.54	0.77	1	
15	1.19	1.78	0.30	1.89	0.94	1	2.2 * 1.15 * (1+0.3)
20	1.58	2.38	0.40	2.18	1.09	1	2.2 * 1.1 * (1+3)
30	2.38	3.56	0.59	2.67	1.33	1	
60	4.75	7.13	1.19	3.78	1.89	1	
120	9.50	14.26	2.38	5.34	2.67	1	
<b>VOLUMEN</b>							

Para los caudales medio, Máximo y mínimo, se muestran los volúmenes para diferentes tiempos, resultando la relación mas efectiva la sombreada en azul, que para el caudal medio tiene una residencia menor de 30 min, para el máximo menos de 30 minutos y para el mínimo menos de dos horas, lo cual cumple con los parámetros de menos de 6 arranques por hora y menos de 2 horas de residencia.

El equipo de bombeo está diseñado para evacuar cada una de las bombas dos y media (2.5) veces el caudal medio de la planta es decir, cada bomba maneja un caudal de:

$$QPD = 7.57 \text{ m}^3/\text{día} \times 2.5 = 18.92 \text{ m}^3 / \text{día} (3.47 \text{ gal/min c/u})$$

$$QPD = 18.9 \text{ m}^3/\text{día}$$

Y la Altura de bombeo será la altura a bombear mas perdidas, es decir

$$H = Dh + hw + J$$

$$H = 1.85 + 1.3 + 1.45 = 4.60 \text{ m}$$

Donde :

$$H = \text{Altura de bombeo}$$

$Dh$ = Variación de altura (cota de descarga-cota de operación maxima)

$hw$ =variación de agua (cota de operación máxima - cota de nivel muerto o mínimo).

$J$ = perdida por piezas y recorrido.

Con estos parámetros se tiene un equipo de bombeo con las siguientes características:

Dos (2) bombas sumergibles con capacidad para 50 gal/min a 5.5 m.c.a, marca Barnes, modelo SC53-1, de 0.5HP o similar.

#### iv.4. Diseño del reactor de aireación

Siguiendo la referencia bibliográfica, se ha determinado que la remoción de DBO y de sólidos suspendidos totales en la trampa de sólidos es de 40% y 68%, respectivamente.

Tomando como DBO de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales igual a 400 mg/l, la demanda bioquímica de oxígeno entrante al reactor de aireación será de:

$$\text{DBOAa} = 400 \times 60\% = 240 \text{ mg/l}$$

En el reactor de aeración se inicia el proceso de lodos activados por aeración extendida el cual se basa en los siguientes parámetros de diseño, tomamos de la referencia No. 8:

Carga de lodos:  $QL = 0.1 \text{ kg DBOa / m}^3 \text{ - día.}$

Carga entrante / biomasa :  $F/M = 0.10 \text{ kg DBOa / kg SSVLM - día.}$

Sólidos suspendidos en el reactor:  $SSLM = 3,800 \text{ mg/l.}$

$$\begin{aligned} \text{Sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado: } &SSVLM = 3,800 \times 80\% \\ &= 3,040 \text{ mg/lit} \end{aligned}$$

Si la DBO afluente al reactor de aeración es de 240 mg/l, según los cálculos anteriores, la carga orgánica entrante al sistema será de:

$$Yo = QPD \times DBOa$$

$$Yo = 7.57 \text{ m}^3/\text{día} \times 240 \text{ mg/L} \times (1 \text{ kg} \times 1,000 \text{ L/m}^3) / (1,000,000 \text{ mg})$$

$$Yo = 1.81 \text{ kg DBOa /día}$$

El volumen mínimo del reactor será entonces:

$$V' = Yo / (QL \times SSVLM) = 1.81 \text{ kg DBO/ día} \times 0.10 \text{ kg DBO/kg SSVLM-día} \times 3.0 \text{ kg SSVLM /m}^3$$

$$V' = 6.03 \text{ metros cúbicos (se utilizará 6)}$$

El período de retención resultante para los reactores de aeración será:

$PR'$  = Período de Retención

$$PR' = (6 \text{ m}^3 / 7.57 \text{ m}^3 / \text{día}) \times 24 \text{ horas/día} = 19.02 \text{ horas (cumple)}$$

Usar  $PR' = 19$  horas.

Por lo tanto, el volumen del reactor será:  $VRT = 20/24 \times 7.57 = 6.31 \text{ m}^3$

Así las cosas, la carga de sólidos suspendidos en el reactor de aeración,  $W$ , será:  $W = SSVLM \times V_{RT} = 3.8 \text{ kg SS/m}^3 \times 6.31 \text{ m}^3$

$$W = 23.97 \text{ kg}$$

Con esto, se obtiene el factor de carga:

$$F = Yo / (W \times PR) = (1.81 \text{ kg DBO/día} \times 1000) / (23.97 \text{ kg} \times 19.02 \text{ horas})$$

$$F = 3.97$$

Suponiendo un  $IVL = 125$  en el sedimentador, tenemos la concentración de lodos de recirculación:

$$C_{LR} = 6.31 / 125 \times 10,000 = 504.8 \text{ ppm}$$

Con lo cual se calcula el porcentaje de lodos de recirculación:

$$\%R = (239.7/9800) / (1 - 239.7/9800) = 0.025\%$$

Y la edad del lodo en el proceso de aeración será:

$$E_L = \text{Peso de lodos en el licor mezclado} / \text{Peso diario de sólidos suspendidos} = W/Y_o$$
$$= 23.97 \text{ kg} / 1.81 \text{ kg/día}$$

$$E_L = 13.24 \text{ días}$$

Según referencia 1,  $E_L > 3$  días (CUMPLE)

#### iv.5. Diseño del sedimentador

De acuerdo a las recomendaciones internacionales respecto al diseño de los sedimentadores secundarios, el periodo de retención aconsejable para este tipo de estructuras está entre 2 y 4 horas. Utilizando 3.0 horas, para el caudal máximo diario, el volumen teórico de éste, deberá ser entonces:

$$Vol_{sed.sec.} = (3.0/24) \times 9.4 = 1.175 \text{ m}^3$$

Por otro lado, considerando una altura de líquido en el sedimentador secundario de 0.54 metros y fijando el ancho en 1.20m, entonces:

$$L_{ss} \text{ min} = 1.81 \text{ metros}$$

$$W_{ss} = 1.20 \text{ metros}$$

El periodo de retención resultante en el sedimentador, será entonces:

$$P.R. = (V_{rss} / QMD) \times 24 \text{ h} = (1.17m^3 / 9.4m^3/\text{día}) \times 24 \text{ h/día}$$

$$P.R. = 3.0 \text{ horas} > 2 \text{ Horas (CUMPLE)}$$

De acuerdo a las recomendaciones aludidas anteriormente, se cumple con ellas en todos sus términos. Por lo tanto, se usará este diseño.

En resumen, para el sedimentador secundario se tendrán las siguientes dimensiones internas:

$$Dss: 1.81 \text{ L} \times 1.20 \text{ W} \times 0.54 \text{ H} \text{ y (medidas en metros)}$$

## **V. EQUIPAMIENTO PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO**

### **v.1. Suministro de aire necesario para el Reactor de Aeración**

La DBO afluente al reactor de aeración será de 400 mg/L, empleando los cálculos de secciones anteriores:

$$Y_0 = 1.81 \text{ kg DBO/día}$$

Según el Reglamento de COPANIT, el agua tratada deberá contener una concentración máxima de DBO igual a 35 mg/l. La carga contaminante a remover deberá ser entonces de:

$$DBOr = (400-35)/400 = 91\%$$

$$\text{O sea, } 91\% * 1.81 \text{ mg/l} = 1.647 \text{ kg DBO / d}$$

Según Referencia 3, página 586, la capacidad del equipo de aeración en una planta de aeración extendida está dada por:

$$Raire = \text{De } 75 \text{ a } 150 \text{ m}^3 \text{ aire /kg de DBOr}$$

Utilizando 85 m<sup>3</sup> aire /kg DBOr, tendremos:

$$Raire = 85 \text{ m}^3 \text{ aire/kg DBOr} \times 1.647 \text{ kg DBO/día} \times 1.5$$

$$Raire = 210 \text{ m}^3/\text{día} = 145.6 \text{ Lt/min aire} = 5.13 \text{ CFM}$$

#### **Comprobación para garantizar la calidad de la mezcla aire - líquido.**

Siguiendo la referencia bibliográfica No. 3, para lograr una mezcla aire-líquido en el reactor de aireación que sea realmente efectiva, se requiere que el volumen de aire a inyectar sea de 20 a 30 lit/min de aire por m<sup>3</sup> de volumen de aireación.

En este caso, siendo el volumen de aireación igual a 6.31 m<sup>3</sup>, el caudal resultante de aire equivalente será de:

$$Q_{aire} = 145.6/6.31 = 23.07 \text{ Lt/min de aire por metro cúbico de cada reactor,}$$

$$Raire = 210 \text{ m}^3/\text{día} = 145.6 \text{ L/min aire} = 5.13 \text{ CFM}$$

### **v.2. Diseño del equipo eyector de lodos de recirculación**

Se utilizará extracción de lodos activados por medio de inyección de aire a la tubería de recirculación de lodos.

Según Ref. 6, la capacidad máxima de recirculación de lodos debe ser 100% del caudal máximo diario de aguas residuales y serán dos, considerando retorno de lodos y recirculación de lodos.

Por lo tanto, la cantidad de flujo a recircular ( $R_L$ ), es:

$$R_L = 100\% \times QMD \times 2 = 9.4 \text{ m}^3 / \text{día} \times 2 = 18.8 \text{ lt/min} = 0.66 \text{ cfm};$$

Por otra parte, la altura de bombeo, medida desde el fondo del sedimentador secundario hasta el nivel superior de la tubería de retorno a cada reactor de aireación es de 2.85 metros.

Carga Dinámica Total = 0.54 m = 0,054 kg/m<sup>2</sup> = 0.77 psi = aprox. 1 psi de descarga

### **v.3. Selección del equipo inyector de aire:**

El equipo de inyección de aire a utilizar debe tener la capacidad de soportar la demanda de oxígeno que necesita en el reactor de aireación para su normal funcionamiento, además, proveer de la succión necesaria para una recirculación de lodos eficiente. En este caso, el sistema para soplar deberá tener la siguiente capacidad:

$$RO_2 = 5.13 \text{ CFM} + 0.66 \text{ CFM} = 5.79 \text{ CFM}$$

Adicionando un 25% por seguridad;

El caudal del aire será de 7.24 CFM y la presión de descarga será de 1 psi (0.71 metros altura de agua)

Presión de descarga = 1 psi

Selección de equipo de inyección de aire: Se empleará para el reactor, un equipo Aireador regenerativo, marca EWS, modelo 2RB 420 A31 o similar aprobado, con un caudal de inyección de aire de 49.5 m<sup>3</sup>/h (29 CFM) a 2.0 m (2.9 psi de presión de descarga). Con motor de 2.5 HP (1.75 KW), 230 voltios, monofásico, 60Hz. Se instalará un equipo adicional similar, para operar alternadamente y tener un respaldo en caso de daño.

Factor de seguridad = 29CFM/7.24CFM = 4.0 > 1.25 POR LO TANTO, SI CUMPLE

Factor de seguridad = 2.9psi/1.0psi = 2.9 > 1.25 POR LO TANTO, SI CUMPLE

## **VI. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO:**

### **vi.1. Remoción. de DBO en cada elemento del sistema**

De acuerdo a los cálculos anteriores, la remoción de cada uno de los elementos del sistema de tratamiento diseñado, es la siguiente:

- a. En la trampa para sólidos (canasta)

$R_{TA}$ : Remoción de  $DBO_a$  en la trampa de sólidos: 5%

- a. En la trampa de grasas y flotantes

$R_{TF}$ : Remoción de  $DBO_a$  en la trampa de grasas: 10%

- b. En el reactor de aireación:

$R_{RA}$ : Remoción de  $DBO_a$  en el reactor de aireación: 71%

- c. En el tanque de contacto de cloro

$R_{RTC}$ : Remoción de  $DBO_a$  en el reactor de aireación: 5%

- d. En el sedimentador, la remoción se calcula en función del área superficial. En nuestro caso, habíamos encontrado que esa área superficial está dada por:

$$AS = QMD / A_{TH} = 9.4 \text{ m}^3/\text{d} / (1.83 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}) = 4.28 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{-d}$$

A partir de los valores de referencia, tenemos conservadoramente para este valor de aplicación superficial una eficiencia del 41% en la remoción del nivel de  $DBO$  que procede de los reactores de aireación.

Por lo tanto, la remoción esperada de  $DBO$  que corresponde al sedimentador secundario será de:

$R_{SS}$ : remoción de  $DBO$  en el sedimentador: 59%

### **Remoción de $DBO$ en todo el sistema de tratamiento:**

Dado que todos los elementos del sistema operan en serie, según se puede observar en el diagrama de flujo, la demanda bioquímica de oxígeno esperada en el efluente será de:

$$DBO_e = (1 - R_{TA})(1 - R_{TF})(1 - R_{RA})(1 - R_{TC})(1 - R_{SS}) \times DBO_a$$

$$DBO_e = (1 - 5\%)(1 - 10\%)(1 - 71\%)(1 - 5\%)(1 - 59\%) \times 240 \text{ mg/l}$$

$$DBO_e = 23.18 \text{ mg/l (SI CUMPLE)}$$

Este valor está por debajo del límite máximo admisible por el Reglamento de COPANIT, cuyo límite es 35 mg/l para aguas que se vierten en cuerpos y masas de aguas continentales y marinas.

## vi.2. Eficiencia total en remoción de DBO

La eficiencia total de remoción de DBO en el sistema será entonces de:

$$\text{Eficiencia (\%)} = (240 - 33.91) / 240 = 91\%$$

## vi.3. Remoción de sólidos suspendidos

a. En el reactor de aireación:

Según Ref.1, la remoción de sólidos suspendidos en reactores de aireación, es de:

$$R_{RA1} = \text{Remoción de sólidos suspendidos en el reactor de aireación: 65\%}$$

b. En el sedimentador secundario:

Según Ref. 1, la cantidad de sólidos suspendidos que un sistema de lodos activados remueve se encuentra entre un 65 y un 85 por ciento.

En el sistema total de tratamiento:

En consecuencia para una concentración entrante estimada de 240mg/l de sólidos en suspensión, la concentración esperada de sólidos en el efluente del sistema de tratamiento será de:

$$SST_e = (1 - R_{RA})(1 - R_{SS}) \times SST_a$$

$$SST_e = (1 - 65\%)(1 - 59\%) \times 240\text{mg/l}$$

$$SST_e = 34.44 \text{ mg/l (CUMPLE)}$$

Resultado, que es mucho menor a la concentración recomendada por la norma del Reglamento COPANIT, que es de 35 mg/l.

## VII. CARACTERÍSTICAS ESPERADAS DEL AGUA TRATADA:

Según la eficiencia anterior, el agua tratada tendrá las siguientes concentraciones máximas:

$$DBO_{FINAL} = DBO_{efluente} = 23.2 \text{ mg/L}$$

$$\text{Sólidos Suspendidos} = 34.4 \text{ mg/L}$$

Todos estos valores cumplen a cabalidad con los rangos exigidos por el Reglamento de COPANTIT.

## **VIII. DIMENSIONES DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DISEÑADA**

El proceso de operación de la planta de tratamiento ofrecida contempla lo siguiente:

- 1. ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS CRUDAS:** se utiliza en los casos en que la entrada a la PTAR se encuentre soterrada a mas de 0.50 metros. Consiste en una estructura de hormigón soterrada lo suficiente para que la tubería sanitaria de llegue a la estación a una altura superior mínima de 1.20 metros sobre el nivel de piso de la estación. Las aguas negras ingresan por la fuerza de gravedad, pero son impulsados, por bombas sumergibles inatascables, hacia el elemento que se encuentre en la entrada de la PTAR. Los diámetros de las tuberías de entrada son de 6 y 4 pulgadas, mientras que cada bomba cuenta con una tubería de descarga de 3 pulgadas de diámetro que descargarán a una red hidráulica de 6 pulgadas.

Al constituirse en el primer elemento del proceso de la PTAR, dentro de la estación se instala la Trampa de Sólidos.

Las dimensiones de la Estación de Bombeo son las siguientes:

Diámetro: 1.82 metros

Profundidad: 1.80 metros

Volúmen:  $(3.1416 * 0.91 * 0.91 * 1.80) = 4.68 \text{ m}^3$  (1,237 galones)

- 2. CANASTA PARA RETENER SÓLIDOS:** es una canasta fabricada en acero inoxidable, que se utiliza para retener sólidos gruesos o mayores a 2.5 centímetros. Esta canasta está construida con láminas de acero inoxidable perforadas, con las siguientes dimensiones:

Ancho: 0.45 metros

Largo: 0.45 metros

Profundidad: 0.90 metros

- 3. TRAMPA DE SÓLIDOS:** compartimiento que retiene la materia sólida y el material no biodegradable, los cuales no pueden ser tratados biológicamente. Sus dimensiones son:

Ancho: 0.48 metros

Largo: 0.77 metros

Altura Neta:  $(0.50 - 0.24) = 0.26$  metros

Volumen Neto:  $(0.77 * 0.48 * 0.26) = 0.10 \text{ m}^3$  (25.39 galones)

4. **TRAMPA DE FLOTANTES:** en esta etapa se separan y retienen los flotantes; tales como grasas, detergentes, etc. Aunque las normas y la práctica establecen que estos elementos deben instalarse lo mas cerca posible de los puntos de origen de descarga de flotante; en este caso, se ha incorporado al sistema de tratamiento de aguas residuales para retener cualquier elemento flotante que no hayan podido ser retenidos en la(s) trampa(s) cercana(s). Sus dimensiones son las siguientes:

Ancho: 0.59 metros

Largo: 0.69 metros

Profundidad Neta:  $(1.02 - 0.32) = 0.70$  metros

Volumen Neto:  $(0.69 * 0.59 * 0.70) = 0.28 \text{ m}^3$  (75.29 galones)

5. **TANQUE DE AIREACIÓN (DIGESTOR AERÓBICO):** esta etapa del proceso operativo de una PTAR, se constituye en el reactor, y es la parte medular de los procesos, ya que en él se llevan a cabo las reacciones necesarias para la reducción de la materia orgánica. En el digestor se genera el crecimiento de los microorganismos que llevan a cabo la asimilación de los contaminantes, el proceso da lugar a la generación de una suspensión que se conoce como lodo activado. Sus dimensiones son las siguientes:

Cantidad de módulos: 2 unidades

Largo: 1.83 metros

Ancho: 1.20 metros

Profundidad Neta: 1.15 metros

Volúmen Neto =  $(1.83 * 1.20 * 1.15) * (2) = 5.05 \text{ m}^3$  (1,334 gal)

6. **SEDIMENTADOR O CLARIFICADOR:** cuando el lodo activado se deja en reposo existe una espontánea separación del agua y el lodo, generando un flujo de este último hacia el fondo del sedimentador y dejando en la superficie agua clarificada, la cual es recolectada por rebalse en el vertedero de descarga de la planta. Los

lodos concentrados que se acumulan en el fondo del sedimentador, son retornados al compartimiento anaeróbico, ingresando posteriormente por vasos comunicantes al reactor biológico.

Sus dimensiones son las siguientes:

Ancho: 1.20metros

Largo: 1.83 metros

Profundidad Neta: 1.15 metros

Volúmen =  $(1.83 \times 1.20 \times 1.15) = 2.53 \text{ m}^3$  (667 galones)

7. **TANQUE DE CONTACTO DE CLORO O DESINFECCIÓN:** el líquido o agua clarificada pasa del tanque de sedimentación hacia el tanque de desinfección, pasando a través de un dosificador mecánico para tabletas de cloro. Su volumen permite estar en contacto con el cloro por un mínimo de 30 minutos antes de salir por gravedad de la PTAR. Este proceso permite eliminar la gran mayoría de los coliformes que vienen contenidos en el líquido clarificado, antes de salir de la PTAR en dirección a los mantos de agua superficiales.

Sus dimensiones son las siguientes:

Ancho: 0.59 metros

Largo: 0.69 metros

Profundidad Neta:  $(1.10 - 0.27) = 0.83 \text{ metros}$

Volúmen Neto (VolTC) =  $(0.69 \times 0.59 \times 0.83) = 0.34 \text{ m}^3$  (89.27 galones)

$$Q = (\text{Volumen Tanque Aireación} / 1.25) + (\text{Volúmen Sedimentador} * 0.75) = (1,334 / 1.25) + (667 * 0.75) = 1,067 + 500 = 1,567 \text{ galones por día}$$

$$\text{Tiempo de retención disponible} = (\text{VolTC} / (Q / (24 * 2))) * 30 = (89.27 / (1,567.25 / 48)) * 30 = 82.02 \text{ min} > 30 \text{ min SI CUMPLE}$$

8. **SOPLADOR DE AIRE:** el soplador regenerativo suministra el aire necesario requerido en el Tanque de Aireación (reactor biológico) para los procesos biológicos que requieren oxidación. Se utilizarán dos sopladores regenerativos, cada uno con motor eléctrico de 1.75 KW, 230 voltios, 60 Hz, monofásico.

Para el tratamiento de las aguas residuales del proyecto Productos Lácteos Artesanales, se usará un sistema prefabricado tipo paquete marca BIOLIM 4000 cuyas especificaciones son las siguientes:

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>ESPECIFICACION</b>
Modelo:	BIOLAM 4000
Capacidad instalada (GPD):	2000
Capacidad en Lbs. de BOD por día:	5
Tiempo de residencia en recámara de Aireación (Hrs.):	8
Capacidad del soplador (SCFM):	29 @ 2.9 PSI
Volumen de Biofilm usado (m3):	0.25
% De Biofilm respecto al volumen de aireación:	25 %
Área superficial del Biofilm:	650 m2/m3

### **DEPURACIÓN DE PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES**

- a. Eficiencia esperada de la planta: Entre 85 y 91 %
- b. DBO del influente: 300 mg/l; DBO del efluente: 35 – 52.5 mg/l.
- c. SST del influente: 300 mg/l.; SST del efluente: 30 – 45 mg/l.
- d. Se contará con trampa de rejillas para retención de sólidos mayores.
- e. Se contará con trampa de grasas.
- f. El efluente debe ser tratado con cloro u otra desinfección para tener una depuración de coliformes de tal manera que el NMP/100 ml, no sea mayor a  $1 \times 10^4$ . Según el Reglamento para Descarga de Aguas Residuales.
- g. Los resultados anteriores indican que se cumple, tanto si la disposición del efluente se hace en alguna corriente receptora, como en pozos zanjas de infiltración.
- h. De acuerdo al rango de eficiencia esperada de la planta de tratamiento, la descarga de ésta cumple con las normas más exigentes a nivel mundial (Las Estadounidenses y las Europeas).

### **OBSERVACIONES GENERALES**

Las plantas de tratamiento BIOLAM son equipos sumamente confiables para el tratamiento de aguas negras. Sin embargo, deben tenerse con ellas los siguientes cuidados:

- 1) Nunca debe instalarse una planta subdimensionada en cuanto a capacidad hidráulica y / o carga orgánica para tratar un problema específico. Una planta subdimensionada proporcionará al efluente un menor tiempo de residencia y, por tanto, un menor grado de tratamiento. De modo que en nuestro caso, la exigencia es la requerida por la carga orgánica. Una característica importante de una planta subdimensionada es la generación de malos olores.
- 2) Debe evitarse que a las plantas de tratamiento lleguen en Exceso químicos fuentes (Ejemplo: soda cáustica, cloro), podrían disminuir, o incluso eliminar, la colonia de bacterias que reside en la planta y que lleva a cabo el efecto de biodegradación, ***si estos químicos son usados tal como se indica en sus etiquetas, no representan ningún problema para el funcionamiento de las plantas de tratamiento.*** Debe cuidarse también que la temperatura del agua a la entrada de la planta no sea, por alguna razón específica, excesivamente alta (más de 35 grados centígrados).
- 3.) El exceso de grasa, el cual a pesar de ser un material biológico; representa un riesgo para un funcionamiento adecuado de las plantas de tratamiento, esto debido a que sus cadenas orgánicas muy ramificadas dificultan la acción de los microorganismos que se desarrollan en los proceso de lodos activados, esto puede provocar inclusive un aumento en la demanda de oxígeno, haciendo insuficiente la cantidad de aire insuflado al proceso y generando problemas de mal olor. En proyectos en donde existe una sobre generación de grasa (como restaurantes de comida rápida, por ejemplo), es indispensable su tratamiento previo, esto implica la utilización de separadores de grasa mecánicos previos al ingreso a la planta de tratamiento.
- 4.) A la planta debe llegar solo agua y material orgánico susceptible de descomposición. Materiales como toallitas húmedas, papel toalla, pañales desechables, toallas sanitarias, preservativos, peines, cepillos de dientes, empaques plásticos, etc, no serán descompuestos por la planta, y afectarán el desempeño de la misma. El papel higiénico y servilletas sí son descompuestos.

Estas plantas NO REQUIEREN el uso de bombas adicionales para recirculación de lodos. Lo hacen con el mismo sistema de aireación por lo que se ahorra en energía eléctrica.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Barnes, George E. "Tratamiento de Aguas Negras y Desechos Industriales", Uteha, N°337, 1 Ed., México.
2. Rivas Mijares, Gustavo. "Tratamiento del Agua Residual", Universidad Central de Venezuela.
3. Fair, Geyer y Okun. "Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales", Editorial Limusa, 1971.
4. Steel, Ernest V. "Water Supply and Sewerage". Mac GrawHill, 4%. Edition.
5. Hardenbergh and Rodie. "Water Supply and Waste Disposal". International Textbook Co., Pa., USA.
6. New York State Department of Health. "Manual of Instruction for Sewage Treatment Plant Operators". Editorial Limusa — Wiley.
7. Rivas Mijares, Gustavo. "Abastecimiento de Aguas y Alcantarillados", Editorial Nuevas Gráficas, II Edición.
8. M. Rodríguez Avial. "Fontanería y Saneamiento", México D.F. 1971.
9. Metcalf y Eddy. "Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse", Editorial Irwin McGraw-Hill, Third Edition, 1991.
10. Daugherty and Franzini. "Fluids Mechanics with Engineering Applications", 6\* Edición, 1965.
11. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. "Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones".
12. MINAE. "Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales". Decreto Ejecutivo 26042-S MINAE. Gaceta del 14 de junio de 1997.
13. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, Manual de Normas y Construcción para Urbanizaciones y Fraccionamientos, No. D-1, Julio 1993.

## **COMPENDIO DE NORMAS TECNICAS UTILIZADAS**

Además de las Normas técnicas utilizadas en el IDAAN se deberá cumplir con todas las leyes, normas, especificaciones y reglamentos que rigen la contratación y la tramitación de obras establecidas por:

- Ministerio de Obras Públicas (MOP)
- Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT)
- Ministerio de Salud (MINSA)
- Municipios
- Autoridad del Ambiente

## **NORMAS SOBRE AGUA POTABLE**

- Reglamento Técnico de DGNTI – COPANIT 23- 395-99-Agua Potable.

## **NORMAS SOBRE AGUAS SERVIDAS**

- MINSA, Decreto # 323, de 4 de mayo de 1977, que dicta las Normas de Plomería Sanitaria, se crea la Junta Técnica de Plomería Sanitaria y las inspecciones regionales de Plomería Sanitaria.
- Resolución No. AG 0466-2002, de 20 de septiembre de 2002, normativas para la solicitud de descarga de aguas residuales o usadas.
- Reglamento Técnico de DGNTI – COPANIT 24-99-Calidad de Agua y Reutilización de Aguas Residuales Tratadas.
- Resolución No 59, de jueves 27 de junio de 2019. Reglamento Técnico DGTNI – COPANIT 35-2019-Medio Ambiente y Protección de la Salud. Seguridad. Calidad del Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Aguas Continentales y Marinas.
- Reglamento Técnico DGTNI –COPANIT 39-2000- Descarga de Efluentes Líquidos Directamente al Sistema de Recolección de Aguas Residuales.
- Resolución No 352, de 26 de julio de 2000, Reglamento Técnico DGNTI- COPANIT 47-2000– Usos y Disposición Final de Lodos.

## **NORMAS SOBRE PROTECCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL**

- Ley número 8, de 25 de marzo de 2015, Ley General de Ambiente.
- Decreto Ejecutivo N° 59 del 16 de marzo 2000 – Reglamentación del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

- Decreto ley N° 35 del 22 de septiembre de 1966– Sobre el uso de las Aguas.
- Decreto Ejecutivo N° 58 –Procedimiento para la Elaboración de Normas de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles – del 16 de marzo 2000.
- Decreto Ejecutivo N° 57– 10 de agosto 2004 –Reglamento de Auditorias Ambientales y PAMAS.
- Resolución AG-0026-2002, Cronograma de Cumplimiento para la Categorización y Adecuación a los reglamentos técnicos para descarga de aguas residuales.
- Resolución AG-092 2001, Manual Operativo de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley N° 66 del 10 de noviembre de 1947 – Código Sanitario de la República de Panamá.
- Ley N° 1 del 3 de febrero de 1994, por la cual se establece la Legislación Forestal de la República de Panamá.
- Ley N° 24 del 7 de junio de 1995, por la cual se establece la legislación de vida silvestre de la República de Panamá.
- Decreto Ejecutivo N°16 del 5 de marzo de 2002, por el cual se modifica el Decreto Ejecutivo 104 del 23 de diciembre de 1994, sobre Programas Hidrológicos Internacionales.
- Ley N° 44 de 5 de agosto de 2002, que establece el Régimen Administrativo Especial, para el manejo, protección y conservación de cuencas hidrográficas de la República de Panamá.
- Decreto Ejecutivo N° 57 de 16 de marzo de 2000, por el cual se reglamenta la conformación y funcionamiento de las Comisiones Consultivas Ambientales.
- Resolución N° 002-01 de 19 de julio de 2001, mediante la cual se coordina la labor de los miembros SIA con la Autoridad Nacional del Ambiente.
- Ley N° 77 de 28 de diciembre 2001, que reorganiza el IDAAN y dictan otras disposiciones.
- Reglamento Operativo de la Red Nacional de Cooperación para la Educación