

**TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2**

**SERVICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL INTERIOR DEL ESTADO DE JALISCO. DURANTE EL PERIODO DEL 28 DE FEBRERO AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2026.**

**INTRODUCCIÓN.**

El crecimiento en las poblaciones trae un incremento en la producción de desechos. En el caso de las aguas residuales es particularmente crítico, porque su vertido a los cauces naturales constituye un peligro para la salud pública y para los valores ecológicos del entorno. Las aguas residuales municipales constituyen una mezcla de las descargas producidas por áreas habitacionales, de usos industriales, agroindustriales y de servicios, escurrimientos superficiales etc., que como tales contienen contaminantes que en conjunto resultan tóxicos o cuya descomposición genera gases y olores ofensivos que degradan y dañan la vida de los seres humanos y de todo ser viviente.

Como resultado de lo anteriormente mencionado se ha detectado la necesidad de llevar a cabo una operación y mantenimiento de la infraestructura existente para el tratamiento de las aguas residuales de reciente construcción en localidades del Estado de Jalisco, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la normatividad vigente en materia de descarga a cuerpos receptores propiedad de la Nación.

La Comisión Estatal del Agua (CEAJ) tiene el interés de que se lleve a cabo correctamente la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), así como la capacitación y pruebas de calidad del agua tratada, capacitar al personal del H. Ayuntamiento municipal en el manejo de esta infraestructura, con el objeto de mantener en funcionamiento estas importantes infraestructuras de saneamiento en el Estado de Jalisco:

- 1.- Tepec, municipio de Amacueca
- 2.- Ahuacatepec, municipio de Atenguillo
- 3.- Atoyac, cabecera municipal
- 4.- Melaque, municipio de Cihuatlán
- 5.- Tierras Blancas, municipio de Cuautla
- 6.- El Grullo, cabecera municipal
- 7.- El Tuito, municipio de Cabo Corrientes
- 8.- San Sebastián del Sur, municipio de Gómez Farías
- 9.- La Manzanilla, municipio de La Huerta
- 10.- Punta Pérula, municipio de La Huerta
- 11.- San Gabriel, cabecera municipal
- 12.- Juanacatlán, municipio de Tapalpa
- 13.- Juanacatlán, municipio de Tenamaxtlán
- 14.- Unión de Tula, cabecera municipal
- 15.- Valle de Juárez, cabecera municipal
- 16.- San Pedro Valencia, Municipio de Acatlán de Juárez
- 17.- Atotonilco el Alto, Municipio de Atotonilco El Alto
- 18.- Atequiza-Atotonilquillo, Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos- Chapala

- 19.- Parque Solidaridad, Municipio de Guadalajara
- 20.- Cuitzeo (La Estancia), Municipio de Poncitlán
- 21.- Poncitlán, Municipio de Poncitlán
- 22.- Tala, Municipio de Tala
- 23.- Tequila, Municipio de Tequila
- 24.- Tototlán, Municipio de Tototlán
- 25.- Copalita, Municipio de Zapopán
- 26.- Zapotlanejo, Municipio de Zapotlanejo

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO**

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales consisten en un proceso biológico que van desde sistemas primarios de separación simple de sólidos o reactores anaerobios y secundarios de lodos activados convencionales con digestión anaerobia/aerobia de lodos, o combinaciones de diversos sistemas, los procesos pueden variar dependiendo de la calidad del agua a tratar o por la combinación entre ellos, para lo cual se describen a continuación cada uno de los procesos con los cuales fueron diseñadas las plantas de tratamiento.

#### **1.- Tepec, municipio de Amacueca.**

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada por un reactor anaerobio de lecho fijo de flujo ascendente y combinado con una laguna del tipo humedal subsuperficial, con una capacidad promedio de 5 LPS.

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo promedio de 5 LPS, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar la localización del equipo principal, así como el de las estructuras de tratamiento.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B", aplicable a las descargas de aguas tratadas.

Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo "B"
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	75
Sólidos Suspendedos Totales	75
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	40
Fósforo Total	20
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

\*Todos los metales son totales

(1) instantáneo

(2) muestra simple promedio ponderado

(3) según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006

Ninguna muestra instantánea deberá exceder los rangos permisibles para potencial de hidrógeno con valores de 5 a 10 unidades.

P.M.= Resultado del promedio aritmético de al menos dos muestreos compuestos en un mes calendario.

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- Tratamiento preliminar
- Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda
- Tanque séptico
- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
- Humedal subsuperficial
- Desinfección
- Deshidratación de Lodos por lechos de secado
- Obras Complementarias

#### Tratamiento Preliminar

#### Cribado medio y desarenado

#### Cribado medio

Se contempla la utilización de un cribado medio a base de criba de barras o criba estática construida en soleras de acero con separación de 0.5 a 1.0 pulgadas, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 1.27 cm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual pasara entre las aberturas en flujo horizontal para su descarga hacia los canales de desarenado, para retener arenas y solidos sedimentables.

Los sólidos retenidos en el fondo serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

### **Desarenado de Flujo Horizontal**

El tratamiento preliminar está formado por dos canales, para tratar el flujo máximo de 5 LPS, cada uno de los canales estarán equipados con una compuerta de operación manual, con las cuales se podrá independizar la operación de cada uno de ellos.

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por los canales para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante canales apropiados para tal fin y controlando el flujo mediante un vertedor tipo sutro para cada canal. La finalidad principal de retener las arenas es la de evitar que los equipos de bombeo sufran desgaste por abrasión y acumular arenas en las siguientes etapas de tratamiento.

### **Cárcamo de bombeo agua cruda**

El agua residual pasa cárcamo de bombeo de agua cruda el cual aloja al sistema de Bombeo en la parte inferior, este equipo cumple con la capacidad para el envío del agua residual con flujo promedio de 5.0 LPS, así como un segundo equipo de respaldo

La función de este sistema de bombeo es la de enviar el agua cruda al siguiente proceso de tratamiento.

Este cárcamo será operado de manera automática mediante la utilización de un control por medio de peras de nivel que gobernarán el buen funcionamiento del sistema de bombeo. El cárcamo está diseñado para operar con el flujo promedio y máximo.

### **Reactor Anaerobio**

El Reactor Anaerobio estar formado por dos áreas, la primera por un tanque séptico y la segunda por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente.

#### **Tanque Séptico**

Un tanque Séptico el cual se encuentra dividido en tres cámaras para sedimentación y digestión, es decir combina en el mismo compartimiento la sedimentación y la digestión anaerobia de los sólidos sedimentados en la parte inferior. Esta unidad produce un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO un 30%.

La extracción del lodo se realiza mediante la abertura de válvulas de seccionamiento y por carga hidráulica para ser enviados al sistema de deshidratación. El lodo digerido anaeróbicamente se conducirá por una tubería hacia el sistema de deshidratación del tipo filtros de arena y grava.

#### **Reactor Anaerobio**

Esta unidad se compone de tres secciones:

Sección 1 (Zona de digestión) en la parte inferior en donde se acumularán los sólidos formados para su digestión anaerobia, tiene pendiente hacia el centro en la parte ancha del reactor para concentrar los sólidos,

así también tiene pendiente hacia uno de los lados de la parte larga con un canal central para que los sólidos puedan ser extraídos con mayor facilidad.

Sección 2 (Zona de reacción) en la parte intermedia en donde se encuentran los paneles del medio plástico de una altura de 0.61 metros en donde se lleva a cabo el soporte de los microorganismos anaerobios encargados de la degradación de la materia orgánica.

En esta cámara el agua residual que fluye en forma ascendente a través del lecho, entra en contacto con la película biológica desarrollada sobre el medio y por un mecanismo de absorción, cede a los microorganismos la materia orgánica y otros nutrientes para su desarrollo y reproducción removiendo así una parte significativa de la carga de contaminantes contenida en las aguas residuales.

Sección 3 (Zona de clarificación) en la parte superior una zona de clarificación del agua para su posterior salida por la canaleta hacia la siguiente etapa de tratamiento.

### **Laguna tipo Humedal artificial (Wetland)**

Los humedales son áreas que contienen agua y plantas adaptadas a condiciones de mucha humedad. Son utilizados para tratamiento de aguas residuales domésticas y las producidas en algunos tipos de industrias con desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos son transformados en nuevos microorganismos y en plantas ya que son su fuente de alimento, también son convertidos en agua y en gases (nitrógeno y bióxido de carbono que van hacia la atmósfera), por lo que sufren una reducción hasta del 80%; los microorganismos patógenos (bacterias que causan enfermedades).

Los humedales están constituidos por un área con grava o con suelo que sirve de soporte para que las plantas desarrollen sus raíces. Los microorganismos, principalmente bacterias, se adhieren a la superficie de la grava y de las raíces y tallos de manera similar a una envoltura de papel celofán. También pueden encontrarse suspendidos en el agua.

El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y transportado hasta las raíces y de aquí pasa al agua del humedal. Los nitritos y nitratos, producidos por la biodegradación de la materia orgánica, son asimilados por las plantas, por lo que se establece una relación de ayuda mutua bacterias-plantas.

Son varios los procesos que intervienen en la purificación del agua como son la biodegradación, sedimentación, filtración, reacciones físicas y químicas, etc., sin embargo, los microorganismos realizan la mayor parte de la remoción, siendo este alrededor de un 85%.

Existen varias especies de plantas que pueden utilizarse en los humedales como el tule y los carrizos.

Los humedales deben ser precedidos por un pretratamiento, después del cual es necesario un tratamiento anaerobio, es decir sin presencia de oxígeno, para disminuir la concentración de contaminantes, ya que el humedal no está adaptado para recibir altas cargas de materia orgánica. El sistema anaerobio puede ser una fosa séptica, un tanque Imhoff, una laguna anaerobia o un RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente), los cuales reducen el contenido de materiales orgánicos del 40% al 60 %.

### **Desinfección**

El proceso de desinfección mediante la utilización de compuestos de cloro como pueden ser la aplicación de tabletas de hipoclorito de calcio a una concentración del 65% de cloro activo, las cuales son colocadas dentro de un dispositivo con perforaciones controladas para la dosificación de acuerdo al flujo que pasa por esta unidad, por la acción del cloro se eliminan una gran cantidad de organismos coliformes para dejar un agua que cumpla con la normatividad ambiental aplicable de acuerdo al cuerpo receptor.

### **Fase sólida**

### Deshidratación de lodos

El proceso de desaguado de lodos, que fueron digeridos en el tanque séptico y reactor anaerobio, será mediante la utilización de una serie de filtros a gravedad compuestos por una base de grava de varios tamaños y una capa superior de arena silica con diámetro de partícula entre 0.6 y 0.8 milímetros. Una vez desaguada la mayor cantidad de agua que será retornada al cárcamo de bombeo para su tratamiento, los sólidos retenidos en la parte superior del filtro, serán deshidratados y desactivados por la acción calorífica y de los rayos ultravioleta presentes en la luz solar.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

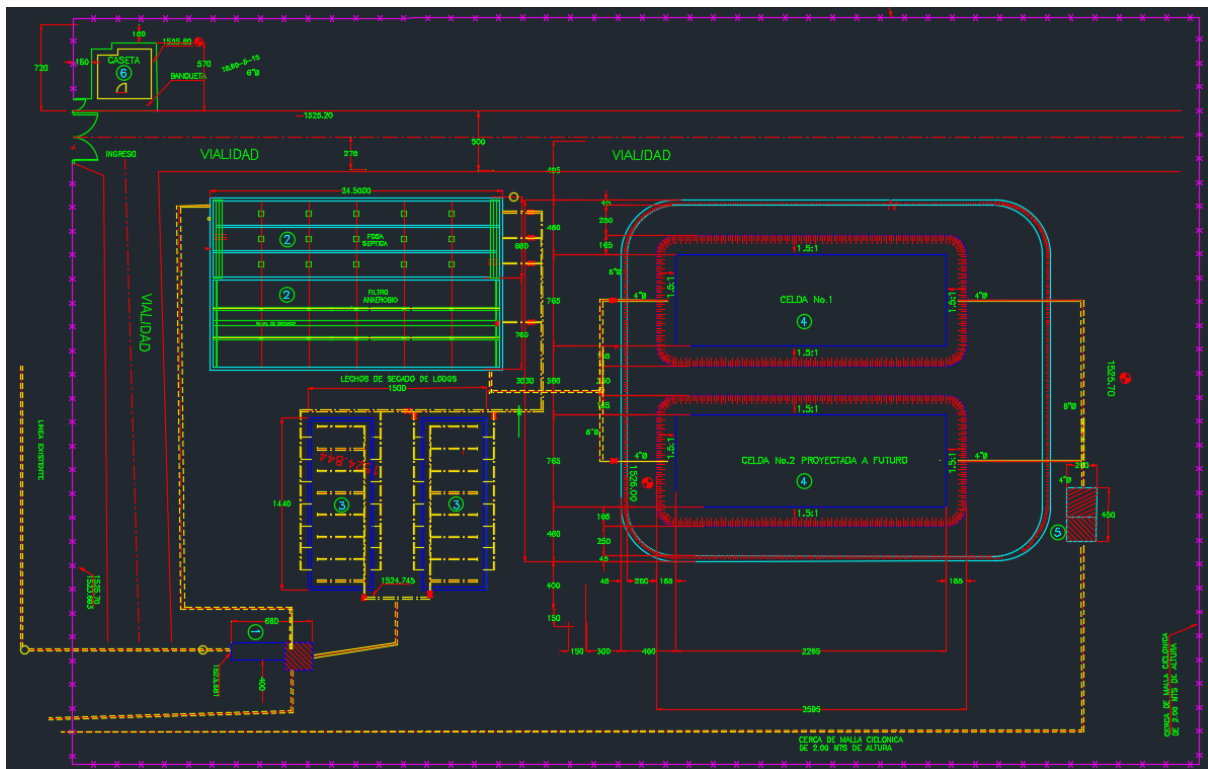
### Obras Complementarias

El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por:

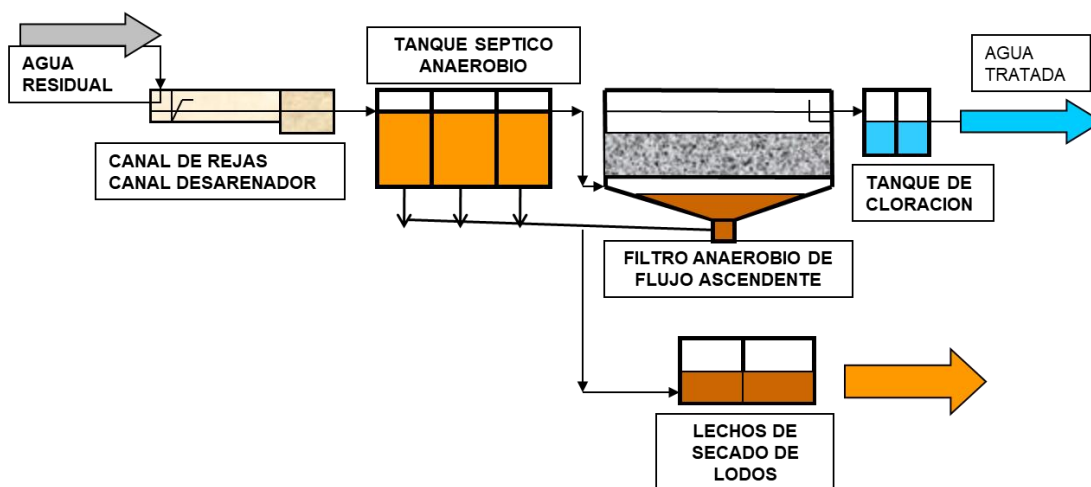
1. Una caseta para el resguardo y control de la operación de los equipos electromecánicos y almacén de herramientas y materiales necesarios.



Sembrado general de unidades Tepec, municipio de Amacueca.



Perfil Hidráulico



## 2.- Ahuacatepec, municipio de Atenguillo

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada por un reactor anaerobio de lecho fijo de flujo ascendente y combinado con una laguna del tipo humedal subsuperficial, con una capacidad promedio de 2 LPS.

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo promedio de 2 LPS, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar la localización del equipo principal, así como el de las estructuras de tratamiento.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B", aplicable a las descargas de aguas tratadas. Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo "B"
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	75
Sólidos Suspendidos Totales	75
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	40
Fósforo Total	20
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

\*Todos los metales son totales

- (4) instantáneo
- (5) muestra simple promedio ponderado
- (6) según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006

Ninguna muestra instantánea deberá exceder los rangos permisibles para potencial de hidrógeno con valores de 5 a 10 unidades.

P.M.= Resultado del promedio aritmético de al menos dos muestreos compuestos en un mes calendario.

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- Tratamiento preliminar
- Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda
- Tanque séptico
- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
- Humedal subsuperficial
- Desinfección
- Deshidratación de Lodos por lechos de secado
- Obras Complementarias

### Tratamiento Preliminar

### Cribado medio y desarenado

### Cribado medio

Se contempla la utilización de un cribado medio a base de criba de barras o criba estática construida en soleras de acero con separación de 0.5 a 1.0 pulgadas, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 1.27 cm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual pasara entre las aberturas en flujo horizontal para su descarga hacia los canales de desarenado, para retener arenas y solidos sedimentables.

Los sólidos retenidos en el fondo serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

### **Desarenado de Flujo Horizontal**

El tratamiento preliminar está formado por dos canales, para tratar el flujo máximo de 2 LPS, cada uno de los canales estarán equipados con una compuerta de operación manual, con las cuales se podrá independizar la operación de cada uno de ellos.

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por los canales para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante canales apropiados para tal fin y controlando el flujo mediante un vertedor tipo sutro para cada canal. La finalidad principal de retener las arenas es la de evitar que los equipos de bombeo sufran desgaste por abrasión y acumular arenas en las siguientes etapas de tratamiento.

### **Cárcamo de bombeo agua cruda**

El agua residual pasa cárcamo de bombeo de agua cruda el cual aloja al sistema de Bombeo en la parte inferior, este equipo cumple con la capacidad para el envío del agua residual con flujo promedio de 2.0 LPS, así como un segundo equipo de respaldo

La función de este sistema de bombeo es la de enviar el agua cruda al siguiente proceso de tratamiento.

Este cárcamo será operado de manera automática mediante la utilización de un control por medio de peras de nivel que gobernarán el buen funcionamiento del sistema de bombeo. El cárcamo está diseñado para operar con el flujo promedio y máximo.

### **Reactor Anaerobio**

El Reactor Anaerobio estar formado por dos áreas, la primera por un tanque séptico y la segunda por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente.

#### **Tanque Séptico**

Un tanque Séptico el cual se encuentra dividido en tres cámaras para sedimentación y digestión, es decir combina en el mismo compartimiento la sedimentación y la digestión anaerobia de los sólidos sedimentados en la parte inferior. Esta unidad produce un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO un 30%.

La extracción del lodo se realiza mediante la abertura de válvulas de seccionamiento y por carga hidráulica para ser enviados al sistema de deshidratación. El lodo digerido anaeróbicamente se conducirá por una tubería hacia el sistema de deshidratación del tipo filtros de arena y grava.

## Reactor Anaerobio

Esta unidad se compone de tres secciones:

Sección 1 (Zona de digestión) en la parte inferior en donde se acumularán los sólidos formados para su digestión anaerobia, tiene pendiente hacia el centro en la parte ancha del reactor para concentrar los sólidos, así también tiene pendiente hacia uno de los lados de la parte larga con un canal central para que los sólidos puedan ser extraídos con mayor facilidad.

Sección 2 (Zona de reacción) en la parte intermedia en donde se encuentran los paneles del medio plástico de una altura de 0.61 metros en donde se lleva a cabo el soporte de los microorganismos anaerobios encargados de la degradación de la materia orgánica.

En esta cámara el agua residual que fluye en forma ascendente a través del lecho, entra en contacto con la película biológica desarrollada sobre el medio y por un mecanismo de absorción, cede a los microorganismos la materia orgánica y otros nutrientes para su desarrollo y reproducción removiendo así una parte significativa de la carga de contaminantes contenida en las aguas residuales.

Sección 3 (Zona de clarificación) en la parte superior una zona de clarificación del agua para su posterior salida por la canaleta hacia la siguiente etapa de tratamiento.

## **Laguna tipo Humedal artificial (Wetland)**

Los humedales son áreas que contienen agua y plantas adaptadas a condiciones de mucha humedad. Son utilizados para tratamiento de aguas residuales domésticas y las producidas en algunos tipos de industrias con desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos son transformados en nuevos microorganismos y en plantas ya que son su fuente de alimento, también son convertidos en agua y en gases (nitrógeno y bióxido de carbono que van hacia la atmósfera), por lo que sufren una reducción hasta del 80%; los microorganismos patógenos (bacterias que causan enfermedades).

Los humedales están constituidos por un área con grava o con suelo que sirve de soporte para que las plantas desarrollen sus raíces. Los microorganismos, principalmente bacterias, se adhieren a la superficie de la grava y de las raíces y tallos de manera similar a una envoltura de papel celofán. También pueden encontrarse suspendidos en el agua.

El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y transportado hasta las raíces y de aquí pasa al agua del humedal. Los nitritos y nitratos, producidos por la biodegradación de la materia orgánica, son asimilados por las plantas, por lo que se establece una relación de ayuda mutua bacterias-plantas.

Son varios los procesos que intervienen en la purificación del agua como son la biodegradación, sedimentación, filtración, reacciones físicas y químicas, etc., sin embargo, los microorganismos realizan la mayor parte de la remoción, siendo este alrededor de un 85%.

Existen varias especies de plantas que pueden utilizarse en los humedales como el tule y los carrizos.

Los humedales deben ser precedidos por un pretratamiento, después del cual es necesario un tratamiento anaerobio, es decir sin presencia de oxígeno, para disminuir la concentración de contaminantes, ya que el humedal no está adaptado para recibir altas cargas de materia orgánica. El sistema anaerobio puede ser una fosa séptica, un tanque Imhoff, una laguna anaerobia o un RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente), los cuales reducen el contenido de materiales orgánicos del 40% al 60 %.

## **Desinfección**

El proceso de desinfección mediante la utilización de compuestos de cloro como pueden ser la aplicación de tabletas de hipoclorito de calcio a una concentración del 65% de cloro activo, las cuales son colocadas dentro de un dispositivo con perforaciones controladas para la dosificación de acuerdo al flujo que pasa por esta unidad, por la acción del cloro se eliminan una gran cantidad de organismos coliformes para dejar un agua que cumpla con la normatividad ambiental aplicable de acuerdo al cuerpo receptor.

### Fase sólida

#### Deshidratación de lodos

El proceso de desaguado de lodos, que fueron digeridos en el tanque séptico y reactor anaerobio, será mediante la utilización de una serie de filtros a gravedad compuestos por una base de grava de varios tamaños y una capa superior de arena sílica con diámetro de partícula entre 0.6 y 0.8 milímetros. Una vez desaguada la mayor cantidad de agua que será retornada al cárcamo de bombeo para su tratamiento, los sólidos retenidos en la parte superior del filtro, serán deshidratados y desactivados por la acción calorífica y de los rayos ultravioleta presentes en la luz solar.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

#### Obras Complementarias

El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por:

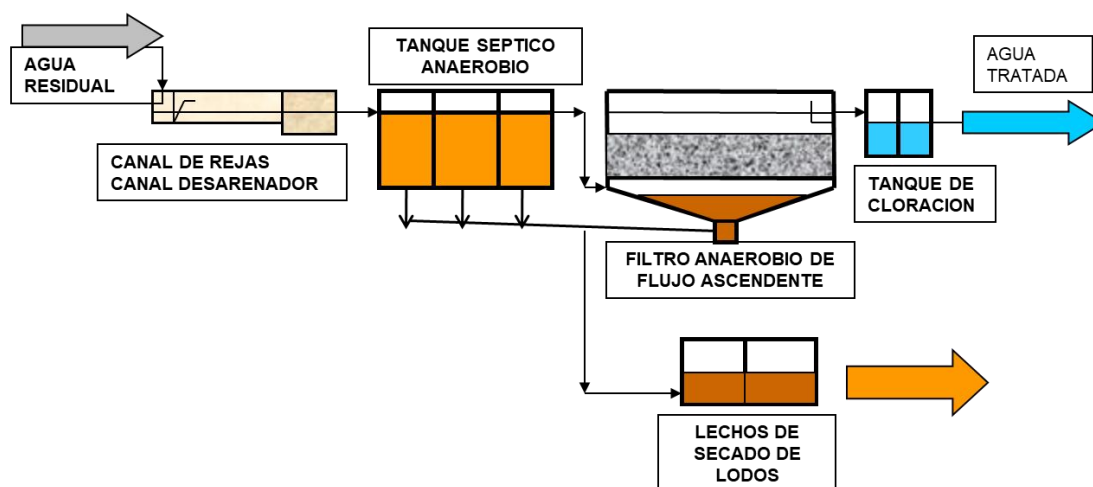
1. Una caseta para el resguardo y control de la operación de los equipos electromecánicos y almacén de herramientas y materiales necesarios.



Sembrado general de unidades.



Perfil Hidráulico



### 3.- Atoyac, cabecera municipal.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 15 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo "C"
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígenos	30
Sólidos Suspendidos Totales	40
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	15
Fósforo Total	5
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

## Descripción del Tren de Tratamiento de Agua

### Pretratamiento

El pretratamiento es una estructura para la remoción de material suspendido, como basuras, papel y sólidos de plástico que pueden causar problemas en las unidades de tratamiento, actualmente la planta cuenta con un sistema de pretratamiento que se rehabilito en su equipamiento.

El pretratamiento consta principalmente de una rejilla de acero inoxidable de  $\frac{3}{4}$ " de separación en donde se descarga el agua residual y el material arrastrado es retenido en esta criba. Las dimensiones de la caja donde esta alojada la rejilla son 0.80 m de largo, 0.80 m de ancho y 0.60 m de profundidad y 45° de inclinación con respecto a la horizontal.

El material retenido deberá ser retirado en forma manual, es decir el operador realizará la limpieza de la rejilla con un rastrillo, no se prevé generación de arenas sin embargo se cuenta con una trampa para la retención de las mismas.

### Cárcamo de bombeo y línea de conducción.

En esta unidad se lleva a cabo la igualación de contaminantes presentes en el agua cruda que se genera dentro de las instalaciones. Con este tanque se regulan las variaciones horarias y diarias de calidad y cantidad de las aguas residuales.

El tanque de igualación se utiliza también como cárcamo de bombeo en donde están instaladas dos bombas tipo sumergibles de x HP, el fondo tiene pendiente hacia las bombas. Con este sistema de bombeo se alimenta al proceso con agua cruda y tratada para disminuir la concentración de contaminantes presentes, de tal forma que el sistema no se sobrecargue ya que esto provoca baja eficiencia y por lo tanto, mala calidad del agua tratada.

Actualmente el cárcamo de bombeo se ubica fuera del sitio de la planta de tratamiento por lo que se tiene una línea de conducción desde el Cárcamo hasta la primera unidad de tratamiento. La línea es una tubería de acero al carbón de 6" de diámetro de aproximadamente 240 mts de largo.

### **Tratamiento primario. (micro tamiz)**

Para remover los sólidos que logran pasar el pretratamiento la planta contara con tamiz estático de 1.5 mm de abertura de paso, mediante esta unidad se podrán separar solidos (basura fina) con el objetivo de que estos solidos sean retenidos y separados del proceso de tratamiento.

### **Reactor anaerobio**

Esta estructura es un tanque que permite llevar a cabo la remoción de fosforo del agua y completar la calidad del agua requerida. El tiempo de retención de este tanque será de 1.0 hr a gasto medio. En esta unidad se consumirá el fosforo en forma anaerobia. Como en esta unidad no se suministrará oxígeno, solo se incluirá equipo para mantener en suspensión y mezclado los sólidos que entren y salgan del sistema. Se incluirá un sistema de recirculación de lodos desde el sedimentador secundario hasta esta unidad.

### **Reactor anóxico**

Esta estructura es un tanque que permite llevar a cabo la desnitrificación del agua y completar el proceso de nitrificación-desnitrificación. El tiempo de retención de este tanque será de 1.0 hr a gasto medio. En esta unidad se liberará el nitrato que se genera durante el proceso de nitrificación. En esta unidad solo se incluirá un mezclador para mantener en movimiento y suspensión la masa de sólidos que se recirculan entre el reactor biológico y esta unidad.

### **Reactor biológico**

El proceso de lodos activados es una técnica de tratamiento en el cual el agua residual y el lodo activado (microorganismos) son mezclados y aereados en un tanque llamado reactor biológico. Los sólidos biológicos son posteriormente separados del agua residual tratada en un tanque de sedimentación (sedimentador secundario) y recirculados al reactor biológico o al reactor anaerobio para mantener una concentración constante de microorganismos (lodos activados).

El reactor biológico es donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica por medios biológicos.

Para mantener condiciones aerobias y de mezclado dentro del reactor se tiene un sistema de aereación a base de aereadores sumergibles tipo radiales. Este sistema de difusión de aire está instalado en el fondo del reactor y consta de un motor y una tobera que succiona el aire de la atmosfera a través de un tubo de PVC, que va desde la base del aereador hasta la parte superior de la masa de agua.

### **Sedimentador secundario**

Esta unidad, como se mencionó anteriormente, tiene la función de retener los sólidos suspendidos o lodos activados que salen del reactor biológico, los lodos sedimentan por acción de la gravedad ya que estos son más pesados que el agua. Durante la sedimentación los lodos se depositan en el fondo del tanque y se acumulan en la tolva provista para este fin. La tolva tiene una forma piramidal invertida para facilitar la extracción de lodos. En esta unidad finaliza el proceso biológico de tratamiento, el agua clarificada sale por una canaleta colocada en el lado opuesto a la entrada, pasando de inmediato al sistema de desinfección.

El sedimentador secundario está diseñado para una carga superficial de  $16.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , cuenta con una zona para almacenamiento y concentración de lodos. Para la concentración de lodos se cuenta con un sistema de rastras mecanizada que barre el fondo del sedimentador. El equipo cuenta con un pozo de alimentación, puente, barandal, unidad motriz, vertedores tipo dentados, mampara de natas y un desnatador mecanizado.

### **Desinfección**

El agua filtrada se desinfectará con luz ultravioleta garantizando la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua residual tratada. Se instalará un equipo compacto con módulos, y lámparas necesarias para el gasto de diseño de la planta.

### **Medidor de flujo canal Parshall**

Para medir el caudal de agua tratada de la planta se instalará una canal Parshall el cual tendrá un sensor que estará midiendo el tirante que se forma en la garganta de este canal y lo transmitirá a un tablero en donde se podrá observar el caudal instantáneo y el volumen total aforado. Este canal de medición se instalará al final del canal de desinfección con UV.

### **Digestor aerobio de lodos**

El proceso de tratamiento propuesto generara subproductos por lo que estos deberán ser manejados, estabilizados y transportados para su disposición final. Para la estabilización de estos lodos de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2004, la planta cuenta con un digestor de lodos que estabilizara los lodos en forma aerobia, mediante el cual los microorganismos (lodos) en ausencia de alimento se consumirán entre ellos, por lo que este proceso garantiza la estabilización de los lodos para evitar que generen fuentes de contaminación. El digestor consta de un tanque de concreto que tendrá un tiempo de retención de 15 días máximo y tendrá suministro de aire en todo momento. Una vez estabilizados los lodos se enviarán al sistema de deshidratación de lodos.

### **Unidades auxiliares**

#### **Caseta de servicios generales**

Dentro de las instalaciones de la planta se contará con una caseta que solo alojará el tablero de control eléctrico. En esta misma área se encuentran los arrancadores de las bombas de alimentación de agua cruda y los controles de los aereadores sumergibles y equipo de deshidratación de lodos, incluyendo un tablero de control de alumbrado interior y exterior debidamente identificados.

#### **Caseta de deshidratación**

Durante la operación de la planta de tratamiento se generarán subproductos o lodos que deberán ser deshidratados para su manejo y disposición final. Para realizar esta operación de deshidratación de sólidos, se propuso un equipo compacto de secado de lodos, este sistema permitirá deshidratar el lodo hasta un 20-25 % de humedad.

El equipo requerirá de productos químicos para hacer más eficiente el proceso de separación de la fase sólida y líquida, además de agua para el lavado continuo de equipo mientras esté en funcionamiento. El lodo se inyectará desde el digestor de lodos hasta la caseta de deshidratación, mediante una bomba de cavidad progresiva. Una vez que el lodo entra al equipo de deshidratación sale en forma de pasta que será almacenada y posteriormente transportada a disposición en basurero municipal.

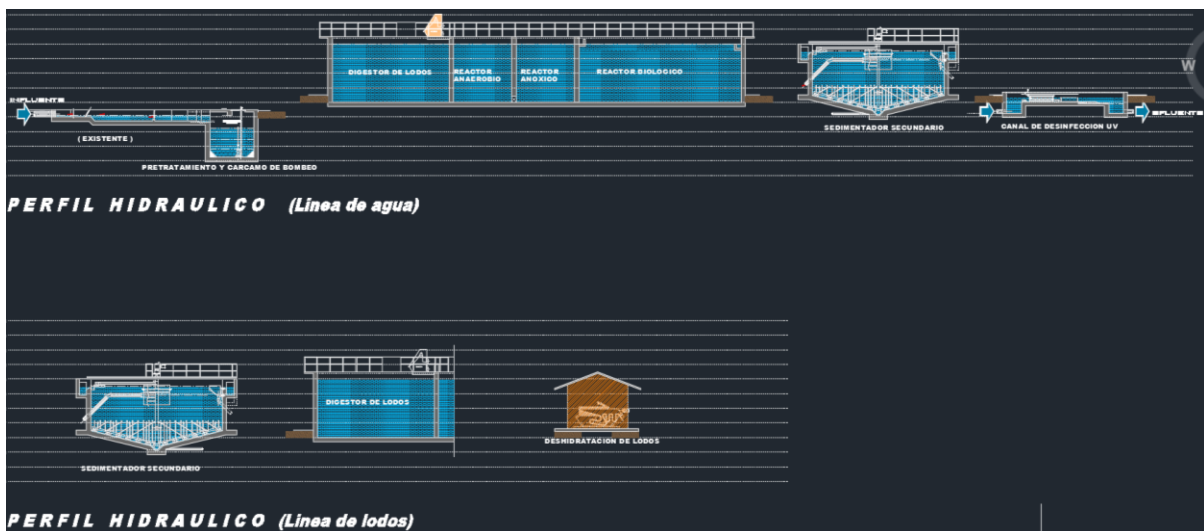
Sembrado general de unidades de tratamiento. Atoyac



Cabecera municipal.



Diagrama de flujo



#### 4.- San Patricio Melaque, municipio de Cihuatlán.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 30 l/s, fue diseñado para tratar agua residual típica municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario para lograr tratar las descargas presentes poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B", reusó en riego agrícola, y cuenta con las siguientes unidades.

##### Biofiltro o filtro percolador

El sistema de filtro percolador o rociador consiste en un tanque de forma circular, conteniendo un lecho filtrante formado por un relleno de módulos de plástico de tipo laminar. La profundidad de los lechos puede tener de 3 a 7 m para empaques plásticos de diversas formas. Un distintivo e importante elemento es el sistema de distribución del agua residual, siendo muy común el tipo rotatorio que se monta sobre un muelle o brazo central a la mitad del filtro. El agua cruda proveniente del sedimentador primario se bombea hasta el sistema de distribución filtrándose a través del relleno (medio plástico) y posteriormente se recolecta esta agua ya tratada (agua residual más limpia) a través de conductos de drenaje en el fondo del filtro por donde sale ya el efluente a un sedimentador secundario.

El relleno de los filtros percoladores funciona como soporte sobre el que crecen bacterias (microorganismos pequeños no visibles al ojo humano). Conforme el agua residual pasa a través del lecho, las bacterias se nutren del material orgánico (materia fecal, residuos alimentarios etc.) presente en el agua residual y de oxígeno disuelto en éste. Como consecuencia del aumento poblacional de las bacterias se forma una especie de costra (biopelícula) sobre la superficie del empaque, presentando un aspecto gelatinoso, espesor uniforme y estratificada que con frecuencia es de color gris a gris café, se oscurece en algunos casos. La capa superficial de los microorganismos o bacterias consume rápidamente el oxígeno, por lo que frecuentemente se encuentran zonas anaerobias (zonas con ausencia de oxígeno) en el interior de la biopelícula. Cuando se desprende la biopelícula, esta es arrastrada por el agua tratada hasta el fondo del filtro llegando finalmente hasta el sedimentador secundario, donde los sólidos son separados por sedimentación mientras que el agua tratada se retira en la superficie a través de los vertederos.

El sistema cuenta con un sistema de distribución rotatorio de agua residual con múltiples brazos rociadores. El distribuidor gira por la acción de la descarga del agua residual a través del brazo distribuidor. Una variante más consiste en un rociador en el centro del filtro en lugar de distribuidor rotatorio.

El material de construcción de los tanques de los filtros percoladores suele ser de concreto reforzado y de un diámetro muy variable entre 3 a 40 m. No se debe confundir un filtro percolador con un sedimentador, ya que ambos son circulares y tienen un brazo diametral giratorio. La gran diferencia entre ellos es que un filtro percolador tiene un brazo giratorio que rocía agua residual, el sedimentador no; el filtro rociador esta relleno de material plástico.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### **Pretratamiento**

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales paralelos donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### **Caja repartidora influente**

El efluente de las unidades de pretratamiento se enviará a una caja repartidora a los trenes de tratamiento.

#### **Tratamiento primario**

El agua residual efluente del pretratamiento se envía hacia una unidad de clarificación primaria de sección circular. En esta unidad se elimina aproximadamente el 50-60% de los sólidos suspendidos y de la fracción suspendida de la materia orgánica. El material separado se deposita en el fondo del clarificador para ser enviado posteriormente a un sistema de tratamiento de lodos.

#### **Tratamiento biológico**

El efluente del tratamiento primario se envía mediante bombeo hacia un filtro percolador (también conocido como filtro biológico o biofiltro). En esta unidad se permite la formación de una capa de microorganismos que consumen la mayor parte de la materia orgánica que contiene el agua alimentada. El agua reduce por consiguiente su contenido de materia orgánica disuelta. Parte de los microorganismos se desprenden de las unidades, siendo arrastrados por el agua residual.

El caudal efluente del biofiltro se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados variación contacto de sólidos. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica remanente mediante la formación de bacterias en un medio suspendido. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor de lodos activados se conduce hacia un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el biofiltro y en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia dos tanques de contacto donde se le añade una solución de gas cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo en forma holgada los requerimientos para riego agrícola.

### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

#### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

#### **Estabilización**

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reuso.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia unidades de lechos de secado de lodos donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de la planta de tratamiento de aguas residuales

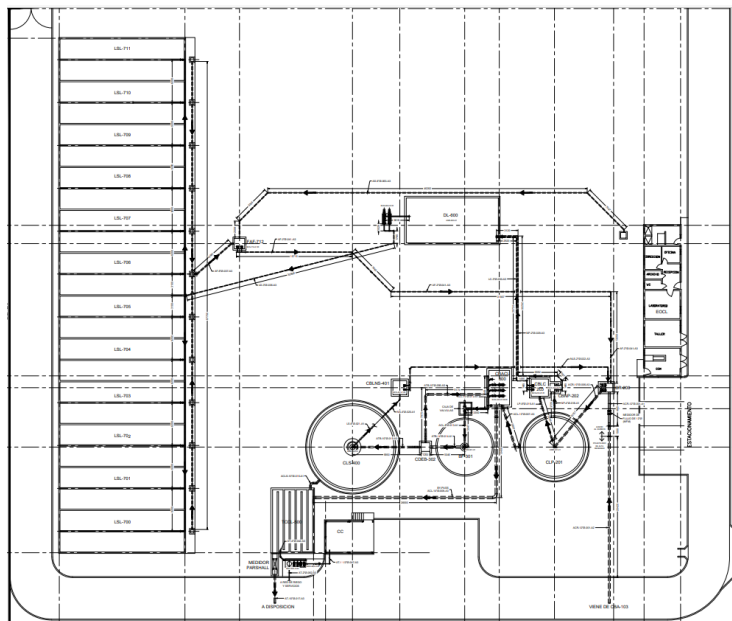
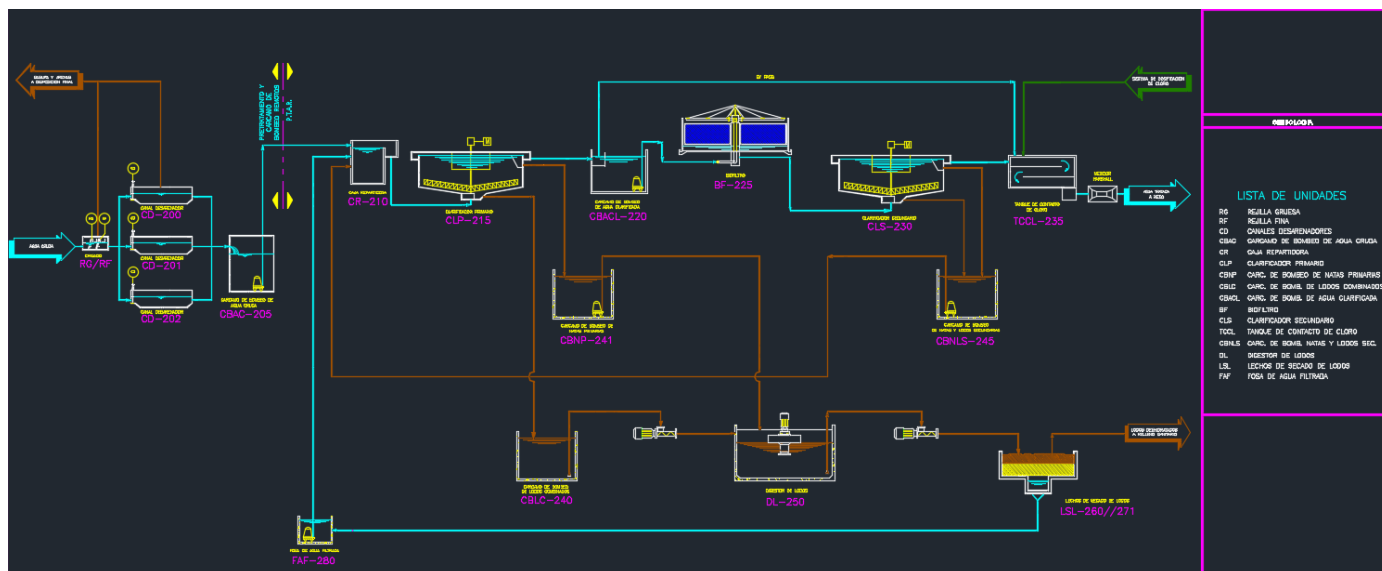


Diagrama de flujo

## TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



### Listado de equipos de la PTAR San Patricio Melaque

No.	Motor No.	Tag	Equipo	Potencia (HP)	Potencia total (Watts)	Potencia en operación	Potencia en reserva	Volts	Fases
1	M-01	EMR-201	Equipo Mecánico de Rastras	0.5	373	373		460	3
2	M-02	DIR-301	Distribuidor Rotatorio	1	746	746		460	3
3	M-03	EMR-400	Equipo Mecánico de Rastras	0.5	373	373		460	3
4	M-04	BSC-202-01	Bomba Centrífuga Sumergible	0.5	373	373		460	3
5	M-05	BSC-202-R	Bomba Centrífuga Sumergible	0.5	373		373	460	3
6	M-06	BSC-203-01	Bomba Centrífuga Sumergible	1	746	746		460	3
7	M-07	BSC-203-R	Bomba Centrífuga Sumergible	1	746		746	460	3
8	M-08	BSC-300-01	Bomba Centrífuga Sumergible	10	7460	7460		460	3
9	M-09	BSC-300-02	Bomba Centrífuga Sumergible	10	7460	7460		460	3
10	M-10	BSC-300-R	Bomba Centrífuga Sumergible	10	7460		7460	460	3
11	M-11	BSC-401-01	Bomba Centrífuga Sumergible	0.75	559.5	559.5		460	3
12	M-12	BSC-401-R	Bomba Centrífuga Sumergible	0.75	559.5		559.5	460	3
13	M-13	BSC-712-01	Bomba Centrífuga Sumergible	0.5	373	373		460	3
14	M-14	BSC-712-R	Bomba Centrífuga Sumergible	0.5	373		373	460	3
15	M-15	BCP-600-01	Bomba Cavidad Progresiva	5	3730	3730		460	3
16	M-16	BCP-600-R	Bomba Cavidad Progresiva	5	3730		3730	460	3
17	M-17	AMS-600-01	Alreador Mecánico Sumergible	25	18650	18650		460	3
18	M-18	BCH-801-01	Bomba Centrífuga Horizontal	1.5	1119	1119		460	3
19	M-19	BCH-801-R	Bomba Centrífuga Horizontal	1.5	1119		1119	460	3
20		TRO-02	Transformador tipo Seco 15kVA		13500	13500		460	3
Totales				75.50	69,823.00	55,462.50	14,360.50		

### 5.- Tierras Blancas, municipio de Cuautla.

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada bajo el sistema de tratamiento formado por un tanque séptico, un reactor anaerobio de lecho fijo de flujo ascendente que en la parte superior de esta unidad se combina con un humedal mediante la siembra de la planta acuática de nombre lirio, con una capacidad promedio de 1 lps. Con la principal ventaja de que no requiere de la operación de equipos electromecánicos, se encuentra libre de consumo de energía eléctrica.

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo promedio de 1 lps, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar la localización de las estructuras de tratamiento.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B", aplicable a las descargas de aguas tratadas. Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo "B"
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	75
Sólidos Suspendidos Totales	75
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	40
Fósforo Total	20
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

\*Todos los metales son totales

(7) instantáneo

(8) muestra simple promedio ponderado

(9) según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006

Ninguna muestra instantánea deberá exceder los rangos permisibles para potencial de hidrógeno con valores de 5 a 10 unidades.

P.M.= Resultado del promedio aritmético de al menos dos muestreos compuestos en un mes calendario.

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- Tratamiento preliminar
- Tanque séptico
- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
- Humedal subsuperficial
- Desinfección
- Deshidratación de Lodos por lechos de secado
- Obras Complementarias

### **Tratamiento Preliminar**

#### **Cribado medio y desarenado**

##### **Cribado medio**

Se contempla la utilización de un cribado medio a base de criba de barras o criba estática construida en soleras de acero con separación de 0.5 a 1.0 pulgadas, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 1.27 cm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual pasara entre las aberturas en flujo horizontal para su descarga hacia los canales de desarenado, para retener arenas y solidos sedimentables.

Los sólidos retenidos en el fondo serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

### **Desarenado de Flujo Horizontal**

El tratamiento preliminar está formado por dos canales, para tratar el flujo máximo de 1 LPS, cada uno de los canales estarán equipados con una compuerta de operación manual, con las cuales se podrá independizar la operación de cada uno de ellos.

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por los canales para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante canales apropiados para tal fin y controlando el flujo mediante un vertedor tipo sutro para cada canal. La finalidad principal de retener las arenas es la de evitar que los equipos de bombeo sufran desgaste por abrasión y acumular arenas en las siguientes etapas de tratamiento.

### **Reactor Anaerobio**

El Reactor Anaerobio estar formado por dos unidades, la primera por un tanque séptico y la segunda por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente.

#### **Tanque Séptico**

Un tanque Séptico el cual se encuentra dividido en tres cámaras para sedimentación y digestión, es decir combina en el mismo compartimiento la sedimentación y la digestión anaerobia de los sólidos sedimentados en la parte inferior. Esta unidad produce un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO un 30%.

La extracción del lodo se realiza mediante la abertura de válvulas de seccionamiento y por carga hidráulica para ser enviados al sistema de deshidratación. El lodo digerido anaeróbicamente se conducirá por una tubería hacia el sistema de deshidratación del tipo filtros de arena y grava.

#### **Reactor Anaerobio**

Esta unidad se compone de tres secciones:

Sección 1 (Zona de digestión) en la parte inferior en donde se acumularán los sólidos formados para su digestión anaerobia, tiene pendiente hacia el centro en la parte ancha del reactor para concentrar los sólidos, así también tiene pendiente hacia uno de los lados de la parte larga con un canal central para que los sólidos puedan ser extraídos con mayor facilidad.

Sección 2 (Zona de reacción) en la parte intermedia en donde se encuentran los paneles del medio plástico de una altura de 0.61 metros en donde se lleva a cabo el soporte de los microorganismos anaerobios encargados de la degradación de la materia orgánica.

En esta cámara el agua residual que fluye en forma ascendente a través del lecho, entra en contacto con la película biológica desarrollada sobre el medio y por un mecanismo de absorción, cede a los microorganismos la materia orgánica y otros nutrientes para su desarrollo y reproducción removiendo así una parte significativa de la carga de contaminantes contenida en las aguas residuales.

Sección 3 (Zona de clarificación) en la parte superior una zona de clarificación del agua para su posterior salida por la canaleta hacia la siguiente etapa de tratamiento. Se aprovecha esta sección con la siembra de plantas acuáticas, en este caso se colocan plantas de lirio, las cuales se mantienen en flotación y consumen residuos de materia orgánica resultante de los procesos anteriores, removiendo una importante cantidad de contaminantes.

### **Desinfección**

El proceso de desinfección mediante la utilización de compuestos de cloro como pueden ser la aplicación de tabletas de hipoclorito de calcio a una concentración del 65% de cloro activo, las cuales son colocadas dentro de un dispositivo con perforaciones controladas para la dosificación de acuerdo al flujo que pasa por esta unidad, por la acción del cloro se eliminan una gran cantidad de organismos coliformes para dejar un agua que cumpla con la normatividad ambiental aplicable de acuerdo al cuerpo receptor.

### **Fase sólida**

#### **Deshidratación de lodos**

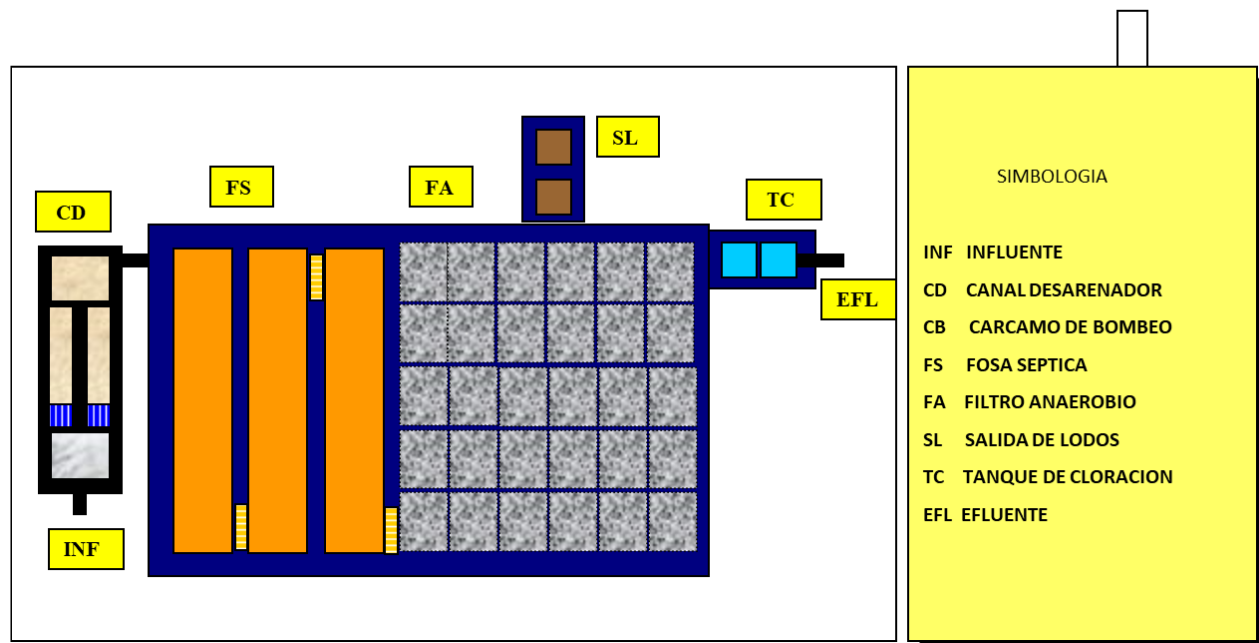
El proceso de desaguado de lodos, que fueron digeridos en el tanque séptico y reactor anaerobio, será mediante la utilización de una serie de filtros a gravedad compuestos por una base de grava de varios tamaños y una capa superior de arena silica con diámetro de partícula entre 0.6 y 0.8 milímetros. Una vez desaguada la mayor cantidad de agua, los sólidos retenidos en la parte superior del filtro, serán deshidratados y desactivados por la acción calorífica y de los rayos ultravioleta presentes en la luz solar.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

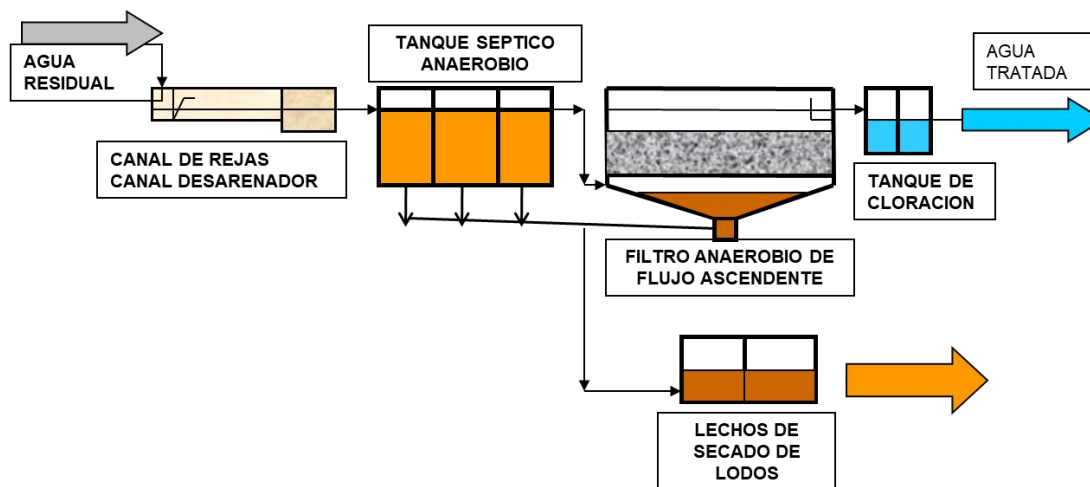
Obras Complementarias: El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por vialidades, sistema de medición de caudal y malla de protección.



Sembrado general de unidades.



Perfil Hidráulico



## 6.- El Grullo cabecera municipal.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 60 l/s, fue diseñado para tratar agua residual típica municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario y combina dos procesos para lograr tratar las descargas presentes poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B", reusó en riego agrícola, y cuenta con las siguientes unidades.

### Canal pretratamiento

Para los procesos de tratamiento de aguas residuales es conveniente que previamente sean eliminados los sólidos contenidos en el agua residual que pueden causar trastornos a los equipos y líneas de conducción, o provocar asolvamiento en estructuras civiles. Para este fin se consideran y diseñan rejillas que retienen sólidos gruesos, medios y finos y desarenadores tipo flujo horizontal.

#### **Cárcamo bombeo agua cruda**

Con el propósito de modular el equipo de bombeo para que existan arranques y paros mínimos y contar con un equipo de reserva, el cual deberá de estar soportado con una bomba de la misma capacidad que la mayor instalada, se propone instalar de acuerdo a normas de diseño para este tipo de cárcamo húmedo tres bombas sumergibles cuya capacidad por unidad individual sea de aproximadamente el flujo de 60 lps , suficiente para que entre las 2 atiendan los flujos máximos del día , siempre contando con una unidad de reserva para efectos de mantenimiento preventivo y correctivo y así de esta manera no interrumpir el funcionamiento del proceso el cual es de vital importancia.

#### **Pretratamiento**

El pretratamiento es una estructura para la remoción de material suspendido, como basuras, papel y sólidos de plástico que pueden causar problemas en las unidades de tratamiento, actualmente la planta cuenta con un sistema de pretratamiento que se rehabilito en su equipamiento.

El pretratamiento consta principalmente de una rejilla de acero inoxidable de  $\frac{3}{4}$ " de separación en donde se descarga el agua residual y el material arrastrado es retenido en esta criba. Las dimensiones de la caja donde esta alojada la rejilla son 0.80 m de largo, 0.80 m de ancho y 0.60 m de profundidad y 45° de inclinación con respecto a la horizontal.

El material retenido deberá ser retirado en forma manual, es decir el operador realizará la limpieza de la rejilla con un rastrillo, no se prevé generación de arenas sin embargo se cuenta con una trampa para la retención de las mismas.

#### **Cárcamo de bombeo y línea de conducción.**

En esta unidad se lleva a cabo la igualación de contaminantes presentes en el agua cruda que se genera dentro de las instalaciones. Con este tanque se regulan las variaciones horarias y diarias de calidad y cantidad de las aguas residuales.

El tanque de igualación se utiliza también como cárcamo de bombeo en donde están instaladas dos bombas tipo sumergibles, el fondo tiene pendiente hacia las bombas. Con este sistema de bombeo se alimenta al proceso con agua cruda y tratada para disminuir la concentración de contaminantes presentes, de tal forma que el sistema no se sobrecargue ya que esto provoca baja eficiencia y por lo tanto, mala calidad del agua tratada.

#### **Tratamiento primario. (micro tamiz)**

Para remover los sólidos que logran pasar el pretratamiento la planta contara con tamiz estático de 1.5 mm de abertura de paso, mediante esta unidad se podrán separar solidos (basura fina) con el objetivo de que estos solidos sean retenidos y separados del proceso de tratamiento.

#### **Reactor biológico**

El proceso de lodos activados es una técnica de tratamiento en el cual el agua residual y el lodo activado (microorganismos) son mezclados y aereados en un tanque llamado reactor biológico. Los sólidos biológicos son posteriormente separados del agua residual tratada en un tanque de sedimentación (sedimentador secundario) y recirculados al reactor biológico o al reactor anaerobio para mantener una concentración constante de microorganismos (lodos activados).

El reactor biológico es donde se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica por medios biológicos.

Para mantener condiciones aerobias y de mezclado dentro del reactor se tiene un sistema de aireación a base equipos instalados en la caseta de sopladores tipo turbina. El sistema de difusión de aire está instalado en el fondo del reactor y consta de platos difusores colocados de manera ordenada sujetos en el fondo del tanque, el aire se alimenta desde el exterior que proviene de los sopladores hasta la base de los difusores formado microburbujas que se distribuyen en la masa de agua.

#### **Sedimentador secundario**

Esta unidad, como se mencionó anteriormente, tiene la función de retener los sólidos suspendidos o lodos activados que salen del reactor biológico, los lodos sedimentan por acción de la gravedad ya que estos son más pesados que el agua. Durante la sedimentación los lodos se depositan en el fondo del tanque y se acumulan en la tolva provista para este fin. La tolva tiene una forma piramidal invertida para facilitar la extracción de lodos. En esta unidad finaliza el proceso biológico de tratamiento, el agua clarificada sale por una canaleta colocada en el lado opuesto a la entrada, pasando de inmediato al sistema de desinfección.

El sedimentador secundario está diseñado bajo el concepto de carga superficial, cuenta con una zona para almacenamiento y concentración de lodos. Para la concentración de lodos se cuenta con un sistema de rastras mecanizada que barre el fondo del sedimentador. El equipo cuenta con un pozo de alimentación, puente, barandal, unidad motriz, vertedores tipo dentados, mampara de natas y un desnatador mecanizado.

#### **Desinfección**

El agua filtrada se desinfectará mediante la utilización de compuestos de cloro garantizando la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua residual tratada. Se instalará un equipo dosificador de cloro con capacidad para el gasto de diseño de la planta.

#### **Medidor de flujo canal Parshall**

Para medir el caudal de agua tratada de la planta se instalará una canal Parshall el cual tendrá un sensor que estará midiendo el tirante que se forma en la garganta de este canal y lo transmitirá a un tablero en donde se podrá observar el caudal instantáneo y el volumen total aforado. Este canal de medición se instalará al final del canal de desinfección.

#### **Digestor aerobio de lodos**

El proceso de tratamiento propuesto generara subproductos por lo que estos deberán ser manejados, estabilizados y transportados para su disposición final. Para la estabilización de estos lodos de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2004, la planta cuenta con un digestor de lodos que estabilizara los lodos en forma aerobia, mediante el cual los microorganismos (lodos) en ausencia de alimento se consumirán entre ellos, por lo que este proceso garantiza la estabilización de los lodos para evitar que generen fuentes de contaminación. El digestor consta de un tanque de concreto que tendrá un tiempo de retención suficiente y tendrá suministro de aire en todo momento. Una vez estabilizados los lodos se enviarán al sistema de deshidratación de lodos.

#### **Unidades auxiliares**

##### **Caseta de servicios generales**

Dentro de las instalaciones de la planta se contará con una caseta que solo alojará el tablero de control eléctrico. En esta misma área se encuentran los arrancadores de las bombas de alimentación de agua cruda y los controles de los aereadores sumergibles y equipo de deshidratación de lodos, incluyendo un tablero de control de alumbrado interior y exterior debidamente identificados.

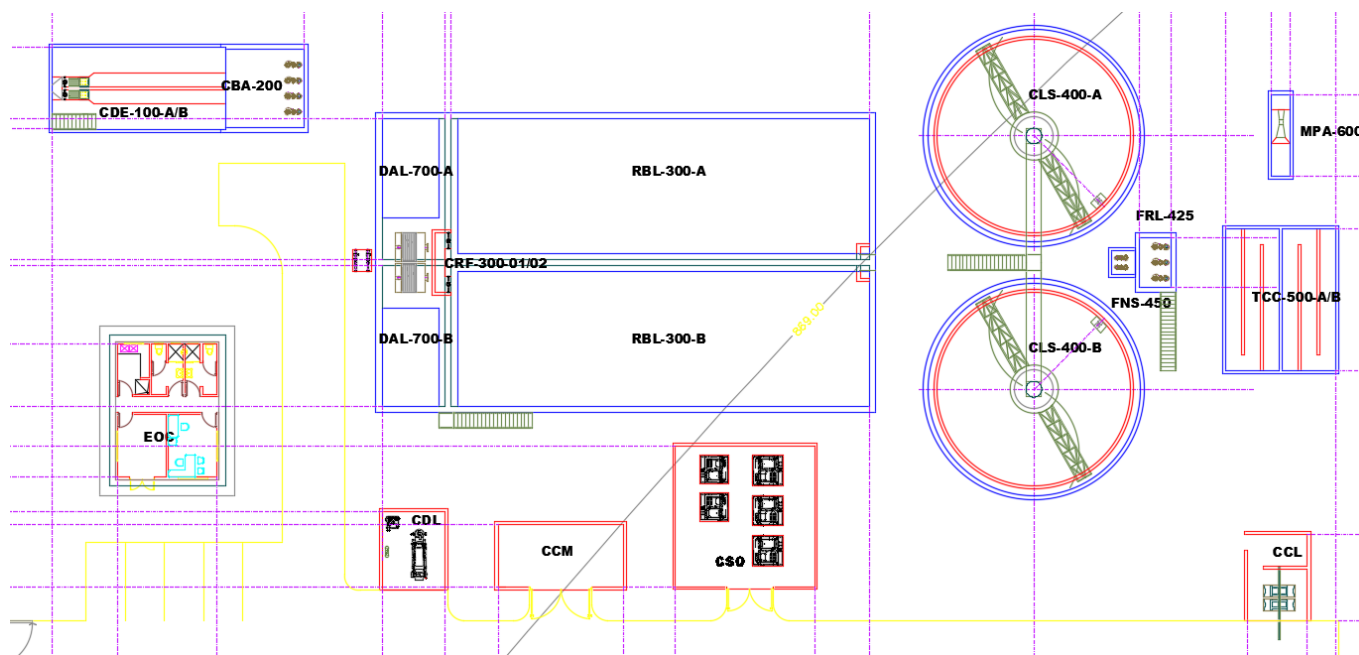
##### **Caseta de deshidratación**

Durante la operación de la planta de tratamiento se generarán subproductos o lodos que deberán ser deshidratados para su manejo y disposición final. Para realizar esta operación de deshidratación de sólidos, se propuso un equipo compacto de secado de lodos, este sistema permitirá deshidratar el lodo hasta un 20-25 % de humedad.

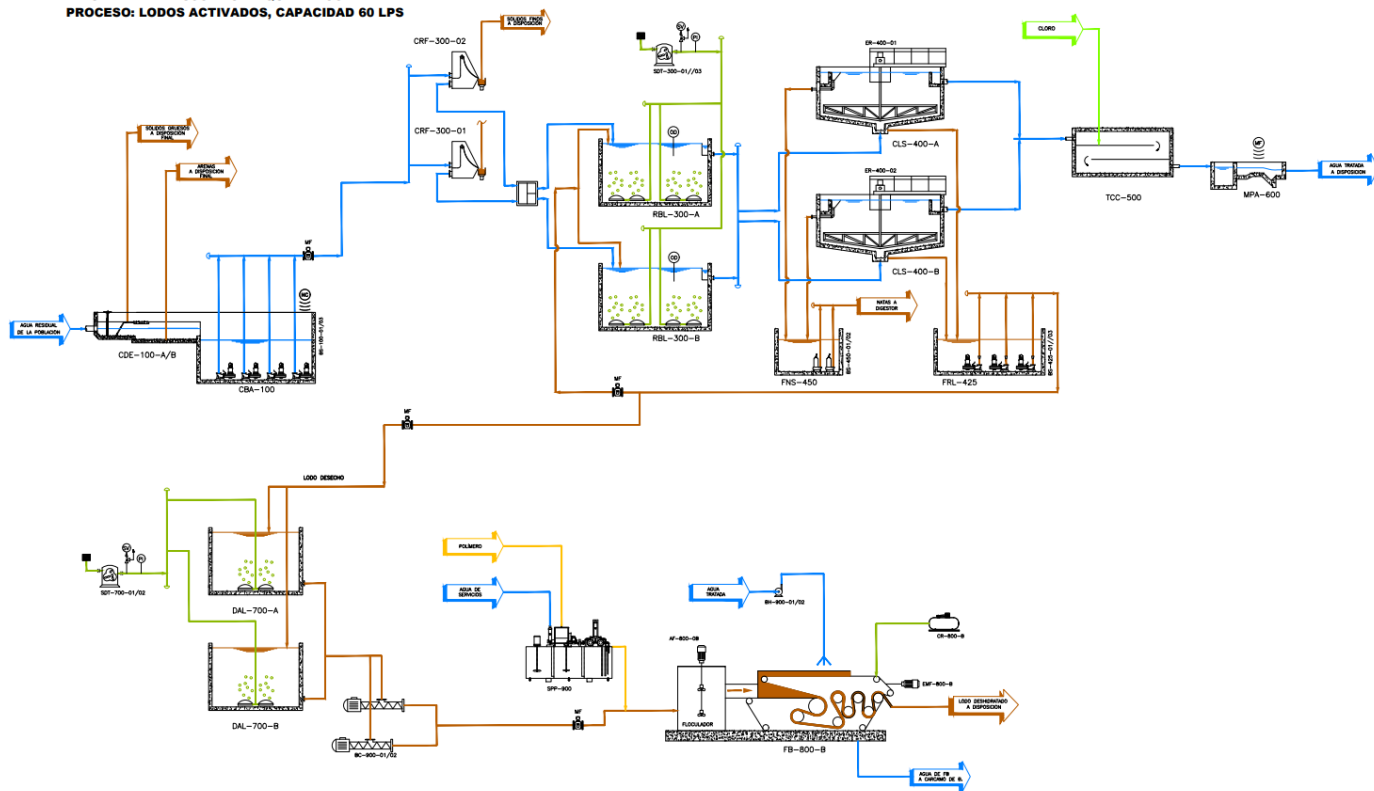
El equipo requerirá de productos químicos para hacer más eficiente el proceso de separación de la fase sólida y líquida, además de agua para el lavado continuo de equipo mientras esté en funcionamiento. El lodo se inyectará desde el digestor de lodos hasta la caseta de deshidratación, mediante una bomba de cavidad progresiva. Una vez que el lodo entra al equipo de deshidratación sale en forma de pasta que será almacenada y posteriormente transportada a disposición en basurero municipal.



Sembrado general de la planta de tratamiento de aguas residuales



**DIAGRAMA DE FLUJO FASE LIQUIDA Y SOLIDA**  
**PROCESO: LODOS ACTIVADOS, CAPACIDAD 60 LPS**



1 pza de 0.5 HP Equipo Mecánico de Rastas EMR-600-01  
1 pza de 5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-600-01  
1 pza de 5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-600-R  
1 pza de 5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-800-01  
1 pza de 5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-800-R  
1 pza de 7.5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-300 -01  
1 pza de 7.5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS -300 -02  
1 pza de 7.5 HP Bomba Centrifuga Sumergible BCS-300 -R  
1 pza de 10 HP Aireador Superficial AISU-500-01  
1 pza de 10 HP Aireador Superficial AISU-500-02  
1 pza Transformador Tipo Seco 15 kVA

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 12 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados en combinación con un proceso de tipo biodiscos en tanques metálicos denominado STAHLERMATIC (dos existentes) y al final una laguna de maduración o humedal, para el tratamiento de lodos se aprovechará la infraestructura existente como un digestor anaerobio de lodos, esta combinación de sistemas nos permite tratar las descargas de la localidad y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de descargas de aguas residuales en cuerpos receptores tipo "C", y además pueda ser aprovechada el agua tratada para reusó en servicios al público con contacto directo, y cuenta con las siguientes unidades.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 aplicables a las descargas de agua residual son las que se mencionan a continuación

PARAMETRO	UNIDADES	LÍMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO DIARIO	LÍMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	Grados Celsius	<30	<30
pH	Unidades	Entre 6.5 y 8.5	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	25	15
Sólidos Sedimentables	MI/l	2	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	60	40
DBO <sub>5</sub> Total	Mg/l	60	30
Nitrógeno Total	Mg/l	25	15
Fósforo Total	Mg/l	10	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	2,000	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.2	0.1
Cianuros Total	Mg/l	2.0	1.0
Cobre Total	Mg/l	6.0	4.0
Cromo Total	Mg/l	1.0	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.4	0.2
Níquel Total	Mg/l	4.0	2.0
Zinc Total	Mg/l	20.0	10

#### Pretratamiento:

Se compone de dos canales uno en operación y el segundo en mantenimiento.

Cuenta con compuertas para distribuir el sentido del flujo y rejillas para separación de sólidos gruesos y medios, abertura promedio de 25 mm para retención de sólidos flotantes como bolsas de plástico, palos, botellas, pedazos de tela, etc.

Cuenta también con dos canales desarenadores, en los cuales se controla la velocidad del agua para sedimentar sólidos hasta de 0.5 mm de diámetro, entre los que se incluye materia orgánica y arenas.

**Hidrotamíz parabólico (micro criba):** El hidrotamíz estático cumplirá la función de retirar sólidos sedimentables, además de sólidos en suspensión, es decir, podrá ayudar con la remoción de DBO<sub>5</sub> suspendida, en orden de 12%, y de grasas y aceites, en orden del 20 al 30% debido a la acción por flotación de esta etapa e impregnándose en gran porcentaje en las partículas desalojadas. El equipo tiene la característica de ser autolimpiable tipo parabólico con barras sinusoidales paralelas con descarga continua de los desechos.

Lo anterior tiene como objeto proteger el tratamiento biológico y la clarificación por flotación por aire disuelto subsecuentes.

#### Tanque reactor biológico aerobio

El flujo de agua proveniente del cárcamo de bombeo ingresa a la zona anóxica de este proceso para la remoción de nitrógeno, seguido se encuentra el reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo. Para optimizar la transferencia de oxígeno se propuso un sistema de aereadores

radiales tipo sumergibles con el objetivo de que se puedan sacar fácilmente para su mantenimiento, se considera uno en operación y el segundo de reserva.

#### **Sedimentador secundario**

Esta unidad, tiene la función de retener los sólidos suspendidos o lodos activados que salen del reactor biológico, los lodos sedimentan por acción de la gravedad ya que estos son más pesados que el agua. Durante la sedimentación los lodos se depositan en el fondo del tanque y se acumulan en la tolva provista para este fin. La tolva tiene una forma piramidal invertida para facilitar la extracción de lodos. En esta unidad finaliza el proceso biológico de tratamiento, el agua clarificada sale por una canaleta colocada en el lado opuesto a la entrada, pasando de inmediato al sistema de desinfección.

El sedimentador secundario está diseñado para una carga superficial de 16 - 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> día, cuenta con una zona para almacenamiento y concentración de lodos. Para la concentración de lodos se cuenta con un sistema de rastras mecanizada que barre el fondo del sedimentador. El equipo cuenta con un pozo de alimentación, puente, barandal, unidad motriz, vertedores tipo dentados, mampara de natas y un desnatador mecanizado.

#### **Laguna de maduración o humedal**

Para complementar el sistema de tratamiento se utilizará la laguna existente como un pulimento, esta laguna se convertirá en humedal de tipo subsuperficial y se sembrarán plantas de tallo largo y hueco tipo junco, palma o tule.

#### **Desinfección**

El agua filtrada se desinfectará con luz ultravioleta garantizando la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua residual tratada. Se instalará un equipo compacto con módulos, y lámparas necesarias para el gasto de diseño de la planta.

#### **Medición del efluente**

El efluente tratado pasa por un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "C", o bien para reúso y aprovechamiento en riego agrícola.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

Los lodos que se retiran del sedimentador secundario se envían hacia el tanque reactor anaerobio para cumplir con la estabilización por medio de una digestión anaerobia o por ausencia de oxígeno, una vez cumplido el tiempo de retención celular para la degradación de la materia orgánica presente, los lodos que se generan se encuentran estabilizados, por lo que se asegura un 40% de materia volátil removida, para lograr esto se asegura que el tiempo de retención será de máximo 15 días, para cumplir con el porcentaje de remoción de agentes patógenos.

#### **Desaguado**

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado a base de discos mecanizados, el lodo será acondicionado con polímero para optimizar la filtración. El equipo estará ubicado en una caseta con el suficiente espacio, para la operación de estos se incluyen equipos y accesorios adicionales y periféricos. Los equipos trabajarán con cargas de entre 5 Kg/hr, con turnos de 4-8 horas durante 5 días a la semana.

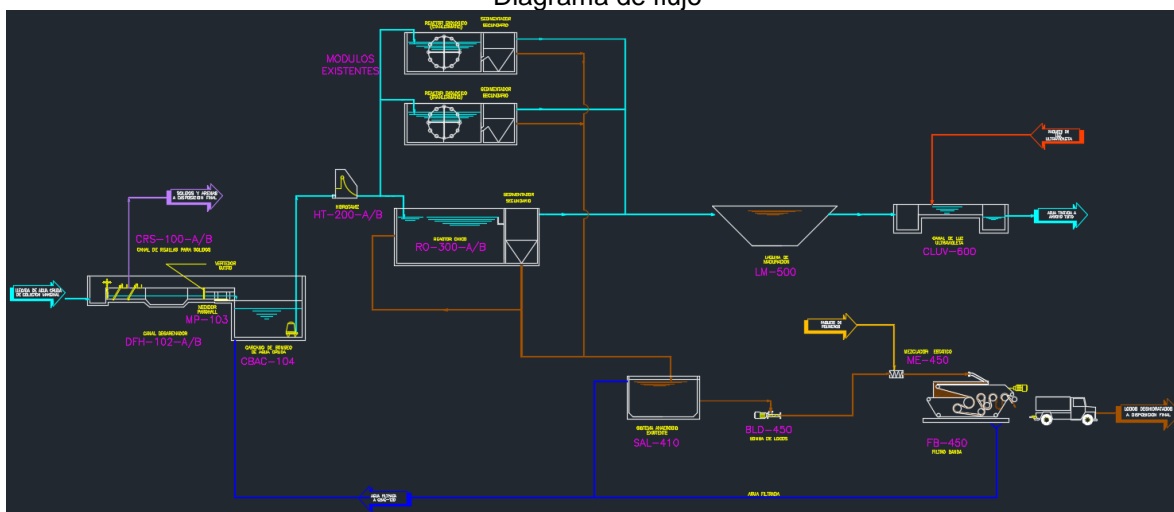
Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de unidades, El Tuito, municipio de Cabo Corrientes



Diagrama de flujo



Listado de equipos PTAR El Tuito, municipio de Cabo Corrientes.

**LISTA DE EQUIPOS**

**CBA-100**

BS-100-01 Bomba Centrífuga Sumergible de 3 HP, 220 V, 3 fases.  
BS-100-02 Bomba Centrífuga Sumergible de 3 HP, 220 V, 3 fases.  
BS-100-02 Bomba Centrífuga Sumergible (Stock) de 3 HP, 220 V, 3 fases.

**RBL-300**

AS-300-01 Aereador Sumergible de 7.5 HP, 220 V, 3 fases.  
AS-300-02 Aereador Sumergible de 7.5 HP, 220 V, 3 fases.

**CLS-400**

BS-400-01 Bomba Centrífuga Sumergible de 0.5 HP, 220 V, 3 fases.  
BS-400-02 Bomba Centrífuga Sumergible de 0.5 HP, 220 V, 3 fases.

**CUV-500**

UV-500-01 Equipo de luz ultravioleta de 1.4 HP, 220 V, 3 fases.  
SM-500-02 Sistema de monitoreo 5 A, 120 V.  
MD-500-03 Medidor de flujo 120 V.

**8.- San Sebastián del Sur, municipio de Gómez Farías.**

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 25 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para reusó en servicios al público con contacto directo, y cuenta con las siguientes unidades.

**Descripción del Tren de Tratamiento de Agua**

El proceso de lodos activados es una forma de tratamiento donde el agua residual y el lodo biológico o activado formado por una población heterogénea de microorganismos, son mezclados y aireados en un tanque o reactor; para posteriormente ser separados mediante sedimentación y recircularlos dentro del sistema.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica del agua residual, la que sirve de alimento para su propio crecimiento y reproducción. A medida que la población de microorganismos aumenta, se agrupa y forma flóculos para producir una masa activa llamada lodo activado.

El lodo activado es de color café, cuando es sano huele a “tierra mojada”, presenta una estructura granular y sedimenta rápidamente.

El agua residual que ingresa continuamente al tanque de aireación del sistema, se une con los lodos activados recirculados provenientes del sedimentador secundario, donde el aire es introducido para realizar una mezcla completa y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual que se produce en el tanque de aireación, se llama “licor mezclado”, el cual se envía a un tanque de sedimentaciónr secundario o clarificador donde el agua se decanta para posteriormente ser desinfectada, y parte del lodo activado sedimentado se recircula, el sobrante se envía a tratamiento o disposición.

El aire es introducido al tanque de aireación, ya sea mediante difusores que se colocan en el fondo o por aireadores mecánicos superficiales los que pueden ser fijos, ubicados sobre plataformas o flotantes.

El agua a tratar y el lodo activado recirculado entran en el tanque de aireación y se mezclan con aire disuelto o con agitadores mecánicos. El suministro del aire suele ser uniforme a lo largo de toda la longitud del canal. Durante el período de aireación, se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado se separan en un sedimentador secundario, los tiempos de retención hidráulica varían entre 4 a 8 horas.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### **Pretratamiento**

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desareno tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### **Tratamiento biológico**

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### **Estabilización**

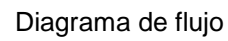
Los lodos sedimentados y separados en el tanque de sedimentación se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

##### **Desaguado**

Los lodos estabilizados se envían hacia las unidades de lechos de secado de lodos, mediante la acción solar se logra el secado de los lodos, donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, de esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

Sembrado general de las unidades de proceso, San Sebastián del Sur, municipio de Gómez Farías



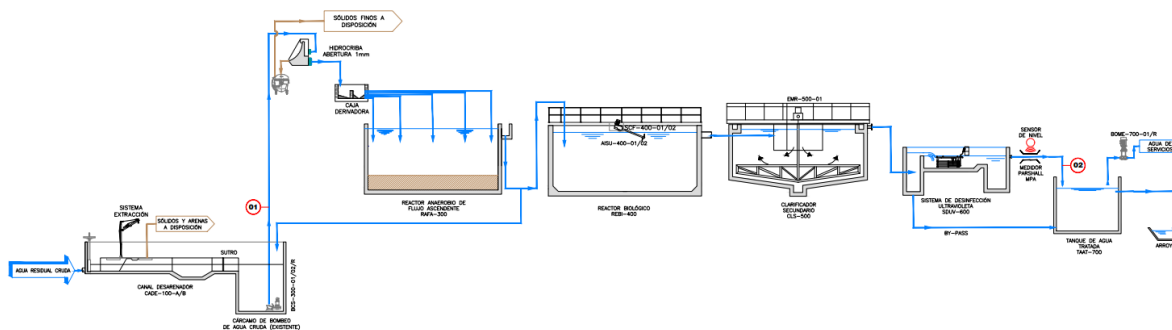
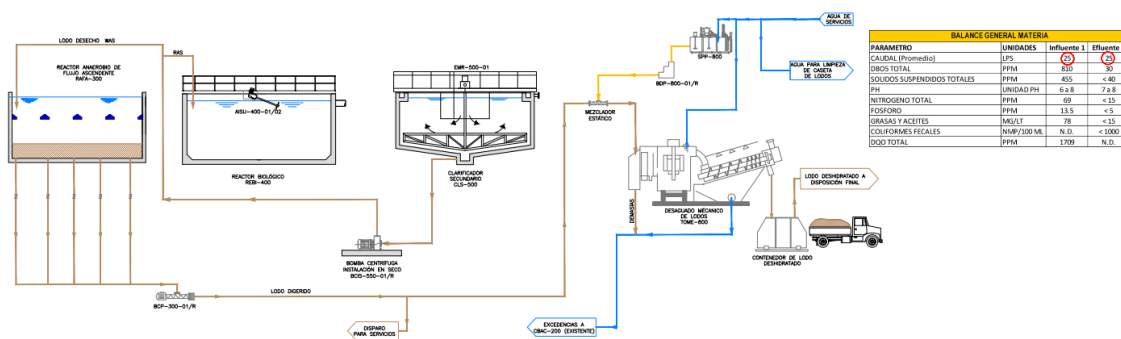


DIAGRAMA DE FLUJO FASE SÓLIDA



## 9.- La Manzanilla, municipio de La Huerta

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 8 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

### Descripción del Tren de Tratamiento de Agua

El proceso de lodos activados es una forma de tratamiento donde el agua residual y el lodo biológico o activado formado por una población heterogénea de microorganismos, son mezclados y aireados en un tanque o reactor; para posteriormente ser separados mediante sedimentación y recircularlos dentro del sistema.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica del agua residual, la que sirve de alimento para su propio crecimiento y reproducción. A medida que la población de microorganismos aumenta, se agrupa y forma flóculos para producir una masa activa llamada lodo activado.

El lodo activado es de color café, cuando es sano huele a “tierra mojada”, presenta una estructura granular y sedimenta rápidamente.

El agua residual que ingresa continuamente al tanque de aireación del sistema, se une con los lodos activados recirculados provenientes del sedimentador secundario, donde el aire es introducido para realizar una mezcla completa y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual que se produce en el tanque de aireación, se llama “licor mezclado”, el cual se envía a un tanque de sedimentación secundario o clarificador donde el agua se decanta

para posteriormente ser desinfectada, y parte del lodo activado sedimentado se recircula, el sobrante se envía a tratamiento o disposición.

El aire es introducido al tanque de aireación, ya sea mediante difusores que se colocan en el fondo o por aireadores mecánicos superficiales los que pueden ser fijos, ubicados sobre plataformas o flotantes.

El agua a tratar y el lodo activado recirculado entran en el tanque de aireación y se mezclan con aire disuelto o con agitadores mecánicos. El suministro del aire suele ser uniforme a lo largo de toda la longitud del canal. Durante el período de aireación, se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado se separan en un sedimentador secundario, los tiempos de retención hidráulica varían entre 4 a 8 horas.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### **Pretratamiento**

El agua residual se conduce a un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### **Tratamiento biológico**

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### **Estabilización**

Los lodos sedimentados y separados en el tanque de sedimentación se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

##### **Desaguo**

Los lodos estabilizados se envían hacia las unidades de lechos de secado de lodos, mediante la acción solar se logra el secado de los lodos, donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, de esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguo se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

Diagrama del sembrado general de unidades

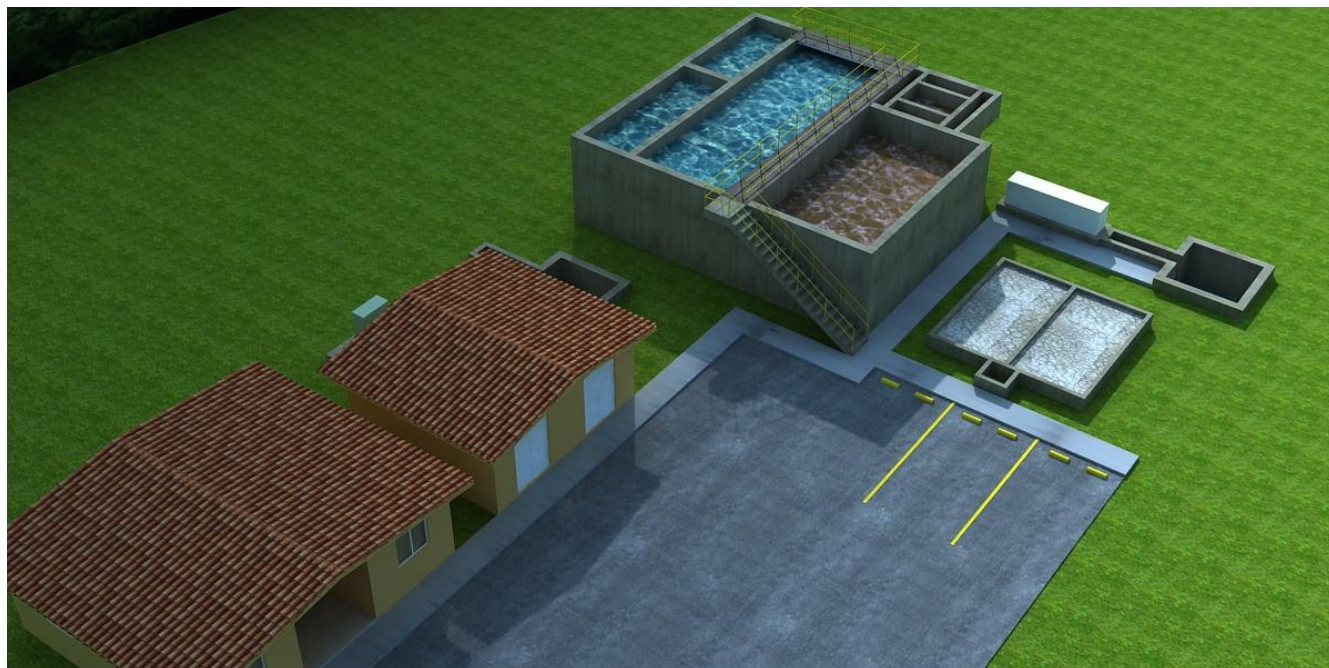
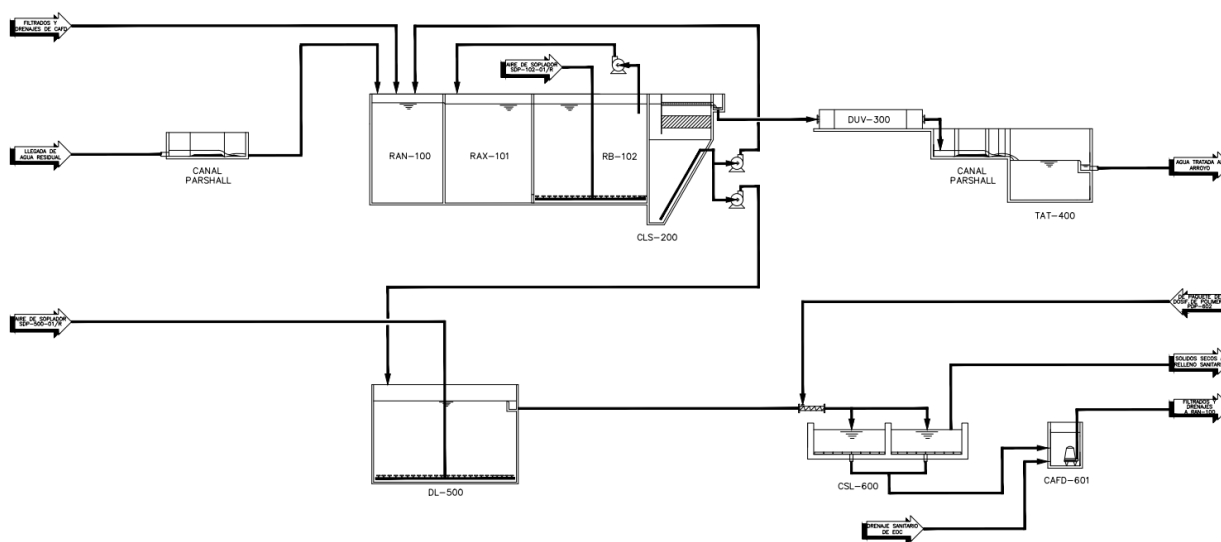


Diagrama de flujo





### Listado de equipos La Manzanilla de La Huerta

No.	Motor No.	Tag	Equipo	Potencia (HP)	Potencia total (Watts)	Potencia en operación	Potencia en reserva	Volts	Fases
1	M-01	AS-100	Agitador Sumergible	2	1492	1492		460	3
2	M-02	AS-101	Agitador Sumergible	2.3	1715.8	1715.8		460	3
3	M-03	BCH-102-01	Bomba Centrífuga Horizontal	2	1492	1492		460	3
4	M-04	BCH-102-R	Bomba Centrífuga Horizontal	2	1492		1492	460	3
5	M-05	BCH-200-1-01	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746	746		460	3
6	M-06	BCH-200-1-R	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746		746	460	3
7	M-07	BCH-200-2-01	Bomba Centrífuga Horizontal	0.5	373	373		460	3
8	M-08	BCH-200-2-R	Bomba Centrífuga Horizontal	0.5	373		373	460	3
9	M-09	BCS-601-01	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746	746		460	3
10	M-10	BCS-601-R	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746		746	460	3
11	M-11	SDP-102-01	Soplador Desplazamiento Positivo	10	7460	7460		460	3
12	M-12	SDP-102-R	Soplador Desplazamiento Positivo	10	7460		7460	460	3
13	M-13	BCH-400-1-01	Bomba Centrífuga Horizontal	1.5	1119	1119		460	3
14	M-14	BCH-400-1-R	Bomba Centrífuga Horizontal	1.5	1119		1119	460	3
15	M-15	BCH-400-2-01	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746	746		460	3
16	M-16	BCH-400-2-R	Bomba Centrífuga Horizontal	1	746		746	460	3
17	M-17	SDP-500-01	Soplador Desplazamiento Positivo	7.5	5595	5595		460	3
18	M-18	SDP-500-R	Soplador Desplazamiento Positivo	7.5	5595		5595	460	3
19		TRO-02	Transformador tipo Seco 15kVA		13500	13500		460	3

Totales 53.3 53261.8 34984.8 18277

### 10.- Punta Pérula, municipio de La Huerta.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 3 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

#### Descripción del Tren de Tratamiento de Agua

El proceso de lodos activados es una forma de tratamiento donde el agua residual y el lodo biológico o activado formado por una población heterogénea de microorganismos, son mezclados y aireados en un tanque o reactor; para posteriormente ser separados mediante sedimentación y recircularlos dentro del sistema.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica del agua residual, la que sirve de alimento para su propio crecimiento y reproducción. A medida que la

población de microorganismos aumenta, se agrupa y forma flóculos para producir una masa activa llamada lodo activado.

El lodo activado es de color café, cuando es sano huele a “tierra mojada”, presenta una estructura granular y sedimenta rápidamente.

El agua residual que ingresa continuamente al tanque de aireación del sistema, se une con los lodos activados recirculados provenientes del sedimentador secundario, donde el aire es introducido para realizar una mezcla completa y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual que se produce en el tanque de aireación, se llama “licor mezclado”, el cual se envía a un tanque de sedimentación secundario o clarificador donde el agua se decanta para posteriormente ser desinfectada, y parte del lodo activado sedimentado se recircula, el sobrante se envía a tratamiento o disposición.

El aire es introducido al tanque de aireación, ya sea mediante difusores que se colocan en el fondo o por aireadores mecánicos superficiales los que pueden ser fijos, ubicados sobre plataformas o flotantes.

El agua a tratar y el lodo activado recirculado entran en el tanque de aireación y se mezclan con aire disuelto o con agitadores mecánicos. El suministro del aire suele ser uniforme a lo largo de toda la longitud del canal. Durante el período de aireación, se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado se separan en un sedimentador secundario, los tiempos de retención hidráulica varían entre 4 a 8 horas.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### **Pretratamiento**

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### **Tratamiento biológico**

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### **Estabilización**

Los lodos sedimentados y separados en el tanque de sedimentación se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el

fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de prensado tipo tornillo donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, de esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

Sembrado general de las unidades de proceso

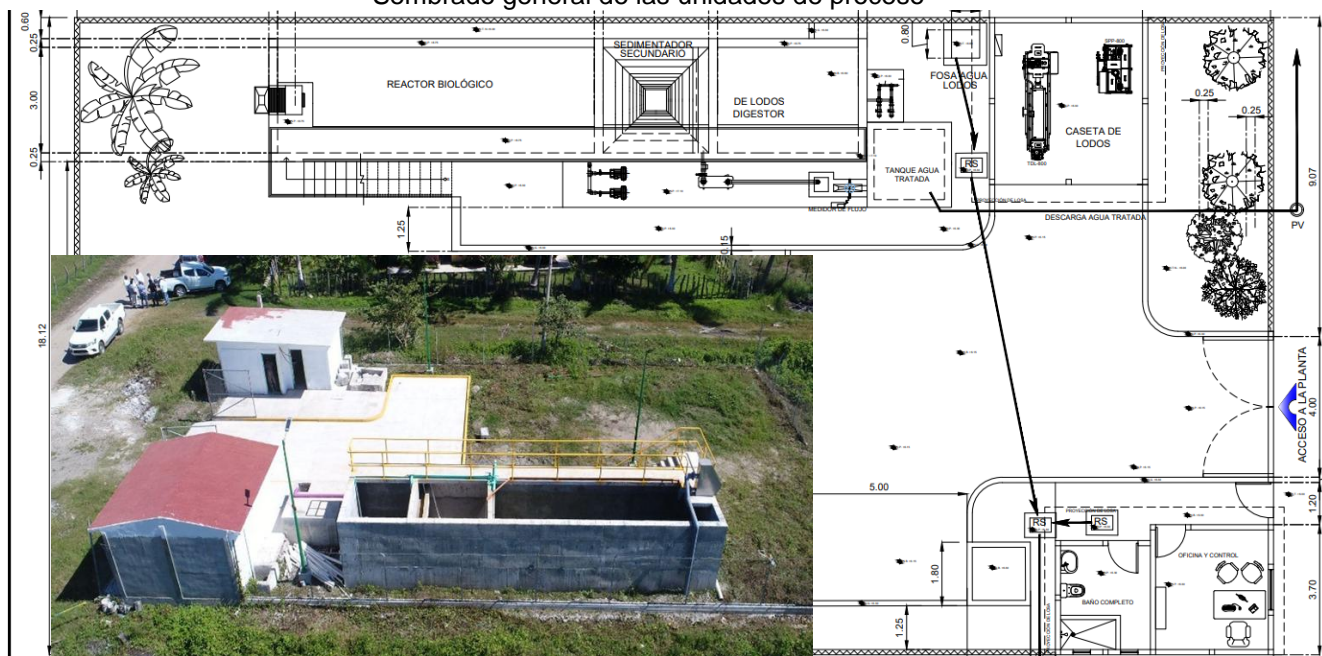
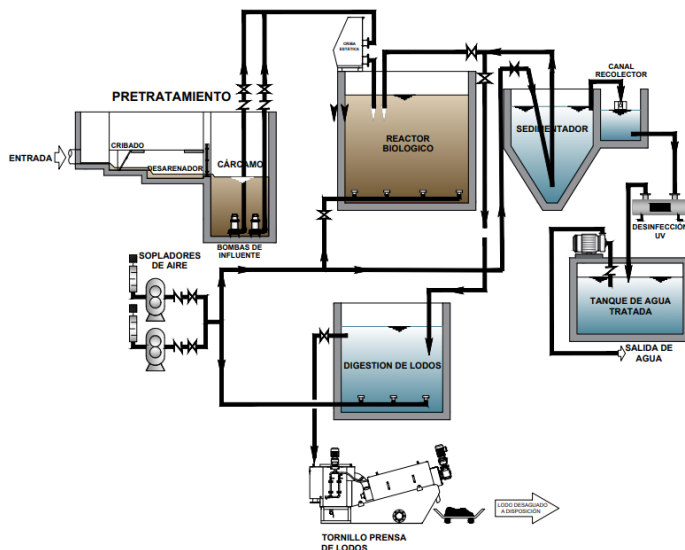


DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO- PTAR PÚNTA PÉRULA



**TÉRMINOS DE REFERENCIA**  
**PARTIDA 2**



**RELACION DE EQUIPOS DE LA PTAR DE PUNTA PERULA, EN EL MUNICIPIO DE LA HUERTA**

No.	RELACIÓN DE EQUIPOS				Nominal unitaria HP	Potencias de Operación	
		Tipo	MARCA	MODELO		Operando	Respaldo
Pretratamiento y Cargamo Influyente							
Cargamo Influyente							
	Bombas Influyente 1	Centrifuga Sumergible	Grundfos	SLV 30-ApA-EX-46R-C	1.00	1.00	
	Bombas Influyente 2	Centrifuga Sumergible	Grundfos	SLV 30-ApA-EX-46R-C	1.00	1.00	
	Bombas Influyente 3	Centrifuga Sumergible	Grundfos	SLV 30-ApA-EX-46R-C	1.00		1.00
	Equipó de Eliminación de Olores	Centrifuga	ODORUX F	Faga	2.00	2.00	
Reactor Biológico							
4	Soplador de aire al Reactor 1	Desplazamiento Positivo	TUTHILL	CP SERIES 4009-A/L2CV-A	5.00	5.00	
5	Soplador de aire al Reactor 2	Desplazamiento Positivo	TUTHILL	CP SERIES 4009-A/L2CV-A	5.00		5.00
Desinfección							
6	Sistema UV	Luz Ultravioleta	Aquality	IP 400-INOX	0.33	0.33	
Tornillo secado de lodos							
	Tornillo secado de lodos	Tornillo	KINTEP	KTDL 220	0.50	0.50	
	Dosificación de polímeros	De Impulso	CFG	1100PE	0.25	0.25	
	Bombas de lavado de tornillo	Centrifuga Horizontal			1.00	0.50	
	Bombas de Lodos 1	Cavidad Progresiva	Maymo	Compac C	0.50	0.50	
	Bombas de Lodos 2	Cavidad Progresiva	Maymo	Compac C	0.50		0.50
Agua para servicios							
7	Bomba para agua de servicio y riego 1				1.00	0.50	
Edificios							
8	Alumbrado de Edif. de Ope. y Lab.				0.25	0.25	
9	Alumbrado edificio CCM				0.25	0.25	
10	Alumbrado exterior				0.50	0.50	
TOTAL DE CARGA POR H.P.					Instalados	Operación 12.58	Reserva 6.50

## 11.- San Gabriel, Cabecera municipal.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 14 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados para tratar las descargas de la localidad y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 aplicables a las descargas de agua residual son las que se mencionan a continuación

Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo "B"
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígenos	75
Sólidos Suspendidos Totales	75
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	40
Fósforo Total	20
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

#### **Descripción general del proceso** **Canal pretratamiento**

Para los procesos de tratamiento de aguas residuales es conveniente que previamente sean eliminados los sólidos contenidos en el agua residual que pueden causar trastornos a los equipos y líneas de conducción, o provocar asolvamiento en estructuras civiles. Para este fin se consideran y diseñan rejillas que retienen sólidos gruesos, medios y finos y desarenadores tipo flujo horizontal.

Así mismo el sistema contempla una estructura metálica para la extracción de arenas y sólidos retenidos para su disposición final.

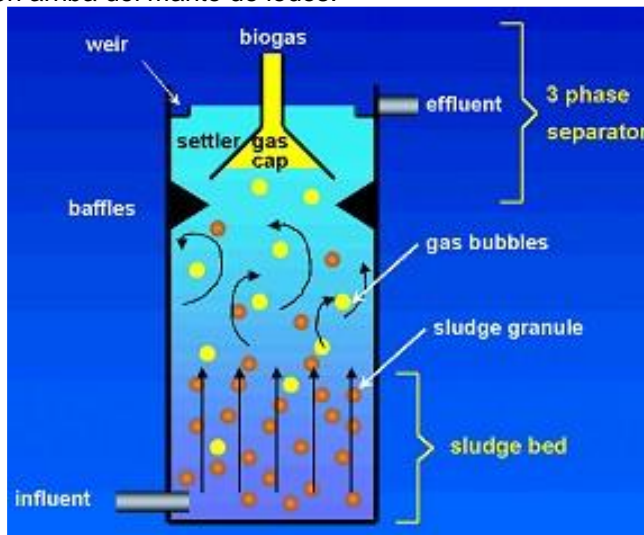
#### **Cárcamo bombeo agua cruda**

Con el propósito de modular el equipo de bombeo para que existan arranques y paros mínimos y contar con un equipo de reserva, el cual deberá de estar soportado con una bomba de la misma capacidad que la mayor instalada, se propone instalar de acuerdo a normas de diseño para este tipo de cárcamo húmedo tres bombas sumergibles cuya capacidad por unidad individual sea de aproximadamente el flujo de 15 lps , suficiente para que entre las 2 atiendan los flujos máximos del día , siempre contando con una unidad de reserva para efectos de mantenimiento preventivo y correctivo y así de esta manera no interrumpir el funcionamiento del proceso el cual es de vital importancia.

#### **Reactor anaerobio flujo ascendente**

El agua del CBAC pasa a una tubería de distribución misma que envía el agua hacia el Reactor Anaerobio RAFA (UASB) por sus siglas en inglés, ingresando por un sistema de distribución en el fondo de dicho tanque . El agua es alimentada en el fondo del reactor desde donde fluye hacia arriba a través del manto de lodos compuesto de gránulos biológicos densamente formados. Los gases que se producen bajo condiciones anaerobias, metano y dióxido de carbono sirven para mezclar los contenidos del reactor a medida que ascienden hacia la superficie.

El gas que asciende ayuda a formar y a mantener los gránulos, mientras que el material, que se mantiene a flote gracias a los gases, se estrella contra los tabiques degasificadores y se deposita de nuevo sobre la zona en reposo de sedimentación arriba del manto de lodos.



Tanque reactor anaerobio

#### Tanque reactor biológico anaerobio

En esta unidad denominada reactor anaerobio se lleva a cabo la degradación de la alta carga orgánica presente por descargas de tipo industrial o de lácteos, se recibe el agua con algunos sólidos que no sedimentaron en los canales desarenadores, los cuales al decantar sirven como medio de cultivo para las bacterias anaerobias, logrando una importante remoción de carga orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno.

El proceso pasa al siguiente compartimiento dejando un menor porcentaje de microorganismos factibles de sedimentar, ya que estos digieren la materia orgánica no degradada.

#### Tanque reactor biológico aerobio

El flujo de agua proveniente del proceso anaerobio pasa al reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo de este tanque para ser concentrados y enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia un canal en donde se encuentran instalados una serie de paneles con lámparas de luz ultravioleta con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021.

### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

#### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

#### **Digestor de lodos para estabilización**

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

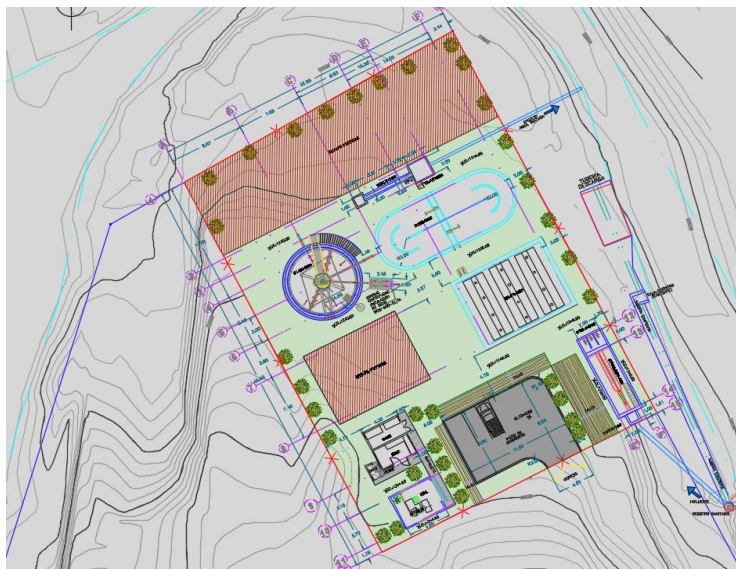
#### **Desaguado**

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de unidades, San Gabriel, Cabecera municipal

[illegible][illegible]

## 12.- Juanacatlán, municipio de Tapalpa.

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada de la siguiente manera:

a) El sistema de tratamiento de tratamiento seleccionado es de los denominados tratamiento combinado formado por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente más reactores biológicos de lodos activados aireación convencional, con una capacidad promedio de 12 LPS, y un flujo máximo de 22 LPS

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo promedio de 12 LPS, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar además la localización del equipo principal con su número de identificación, así como el de las estructuras de tratamiento.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 aplicables a las descargas de agua residual son las que se mencionan a continuación

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO DIARIO	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	Grados Celsius	<30	<30
pH	Unidades	Entre 6.5 y 8.5	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	25	15
Sólidos Sedimentables	ML/l	2	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	60	40
DBO <sub>5</sub> Total	Mg/l	60	30
Nitrógeno Total	Mg/l	25	15
Fósforo Total	Mg/l	10	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	2,000	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.2	0.1
Cianuros Total	Mg/l	2.0	1.0
Cobre Total	Mg/l	6.0	4.0
Cromo Total	Mg/l	1.0	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.4	0.2
Níquel Total	Mg/l	4.0	2.0
Zinc Total	Mg/l	20.0	10

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda
- Tratamiento Preliminar
- Reactor Anaerobio
- Reactor Biológico
- Clarificador Secundario
- Desinfección
- Filtración
- Deshidratación de Lodos
- Obras Complementarias

### Cárcamo de bombeo agua cruda

El agua proveniente de la población, pasa inmediatamente a una criba canastilla para retirar solidos mayores a 2" y el agua residual pase directamente al cárcamo de bombeo de agua cruda el cual aloja al sistema de Bombeo, el cual cumplirá con los requerimientos de captación y envió el agua residual para el flujo promedio de 12.0 LPS y un máximo de 22 LPS

La función de este sistema de bombeo es la de enviar el agua cruda al cribado fino y desarenado

Este cárcamo será operado de manera automática mediante la utilización de un control por medio de peras de nivel que gobernarán el buen funcionamiento del sistema de bombeo. El cárcamo está diseñado para operar con el flujo máximo de 22 LPS.

### **Tratamiento Preliminar**

#### **Cribado Fino y desarenado**

##### **Cribado Fino**

Se contempla la utilización de un cribado fino a base de una hidrocriba o criba estática construida en lámina y accesorios de acero inoxidable, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 2 mm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual será alimentada a la hidrocriba por la parte posterior y distribuida en la parte superior para caer en la malla frontal con abertura de 2 mm, en donde los sólidos serán retenidos y el agua pasará entre las aberturas a la parte inferior de la criba para su descarga hacia los canales de desarenado.

Los sólidos retenidos en la malla, serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

##### **Desarenado de Flujo Horizontal**

El tratamiento preliminar está formado por dos canales, para tratar el flujo máximo de 22 LPS, cada uno de los canales estarán equipados con una compuerta de operación manual, con las cuales se podrá independizar la operación de cada uno de ellos.

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por los canales para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante canales apropiados para tal fin y controlando el flujo mediante un vertedor tipo sutor para cada canal. La finalidad principal de retener las arenas es la de evitar que los equipos de bombeo sufran desgaste por abrasión y acumular arenas en las siguientes etapas de tratamiento.

#### **Reactor Anaerobio**

El Reactor Anaerobio estará formado por dos áreas, la primera por un tanque séptico y la segunda por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente.

##### **Tanque Séptico**

Se contempla la utilización de un tanque Séptico el cual se encuentra dividido en tres cámaras para sedimentación y digestión, es decir combina en el mismo compartimiento la sedimentación y la digestión anaerobia de los sólidos sedimentados en la parte inferior. Esta unidad produce un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO un 30%.

La extracción del lodo se realiza mediante el empleo de bombas de cavidad progresiva del sistema de deshidratación. El lodo digerido anaeróbicamente se conducirá por una tubería hacia el sistema de deshidratación tipo tornillo.

##### **Reactor Anaerobio**

Esta unidad se compone de tres secciones:

Sección 1 (Zona de digestión) en la parte inferior en donde se acumularán los sólidos formados para su digestión anaerobia, tiene pendiente hacia el centro en la parte ancha del reactor para concentrar los sólidos, así también tiene pendiente hacia uno de los lados de la parte larga con un canal central para que los sólidos puedan ser extraídos con mayor facilidad.

Sección 2 (Zona de reacción) en la parte intermedia en donde se encuentran los paneles del medio plástico de una altura de 0.61 m. en donde se lleva a cabo el soporte de los microorganismos anaerobios encargados de la degradación de la materia orgánica.

En esta cámara el agua residual que fluye en forma ascendente a través del lecho, entra en contacto con la película biológica desarrollada sobre el medio y por un mecanismo de absorción, cede a los microorganismos la materia orgánica y otros nutrientes para su desarrollo y reproducción removiendo así una parte significativa de la carga de contaminantes contenida en las aguas residuales. El tiempo de residencia hidráulico mínimo para este proceso es de 4 hrs.

Sección 3 (Zona de clarificación) en la parte superior una zona de clarificación del agua para su posterior salida por la canaleta hacia la siguiente etapa de tratamiento.

### **Reactor Biológico de Lodos Activados**

#### **Proceso Biológico**

En esta parte del sistema se continua con el proceso de degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos aerobios alojados en el reactor. El tipo de proceso de tratamiento que se llevara a cabo en el reactor es el denominado "Aireación Convencional" flujo tipo pistón distribuido en los tres tanques circulares existente.

En el Reactor Biológico se encuentra equipado con difusores de burbuja fina de disco de 9" de diámetro con membrana de EPDM, los cuales se encuentra instalados de manera estratégica con el propósito de asegurar un máximo tiempo de residencia hidráulica y evitar zonas muertas en el reactor, lo que permite la formación de un patrón completamente mezclado, lo que mantiene los sólidos en suspensión todo el tiempo.

El aire requerido será suministrado por sopladores del tipo de desplazamiento positivo de 20 HP, uno en operación, más un equipo en reserva.

#### **Clarificador Secundario**

En el clarificador secundario los sólidos suspendidos mezclados con el efluente proveniente del reactor biológico son sedimentados y manejados mediante la utilización de una bomba centrífuga horizontal

El sistema de remoción de lodo se efectuará por gravedad aprovechando el peso de los lodos y concentrándolos en el fondo del clarificador que está formado por una pirámide truncada invertida con pendiente de 45°, para de ahí ser enviados hacia una fosa, para su recirculación y retornados hacia el reactor biológico, y el exceso enviarlos al tanque séptico y reactor anaerobio para su digestión y estabilización.

El agua clarificada verterá por la parte superior para ser conducida a la siguiente etapa de tratamiento.

### **Desinfección (Luz Ultravioleta)**

El proceso de desinfección mediante la utilización de un sistema de un sistema de lámparas de luz ultravioleta, se realiza en un tanque diseñado para tal fin con canales tipo flujo pistón.  
El agua desinfectada pasara por un tanque almacén de agua clarificada.

### **Filtración**

El agua clarificada y desinfectada pasará al sistema de filtración formado por dos bombas centrifugas horizontales (una en operación y una en reserva) y un filtro de arena antracita, el cual retendrá los sólidos que no alcanzaron a sedimentar en el clarificador.

El agua filtrada será medida mediante un medidor de flujo magnético y su posterior envío a disposición final.

### **Deshidratación de lodos**

El proceso de desaguado de lodos, que fueron digeridos en el tanque séptico y reactor anaerobio, será mediante la utilización de un sistema integral formado una unidad de tipo tornillo deshidratador, asistida para su correcta operación por un sistema periférico de aplicación de polímero y bombas de cavidad progresiva para alimentación el tornillo deshidratador.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

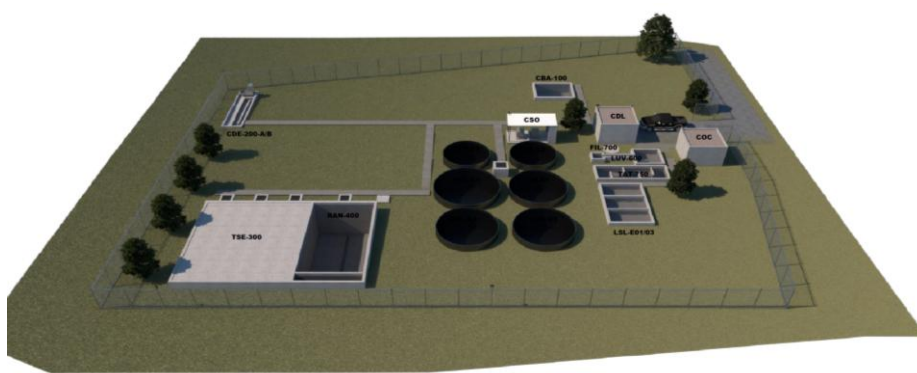
### **Obras Complementarias**

El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por:

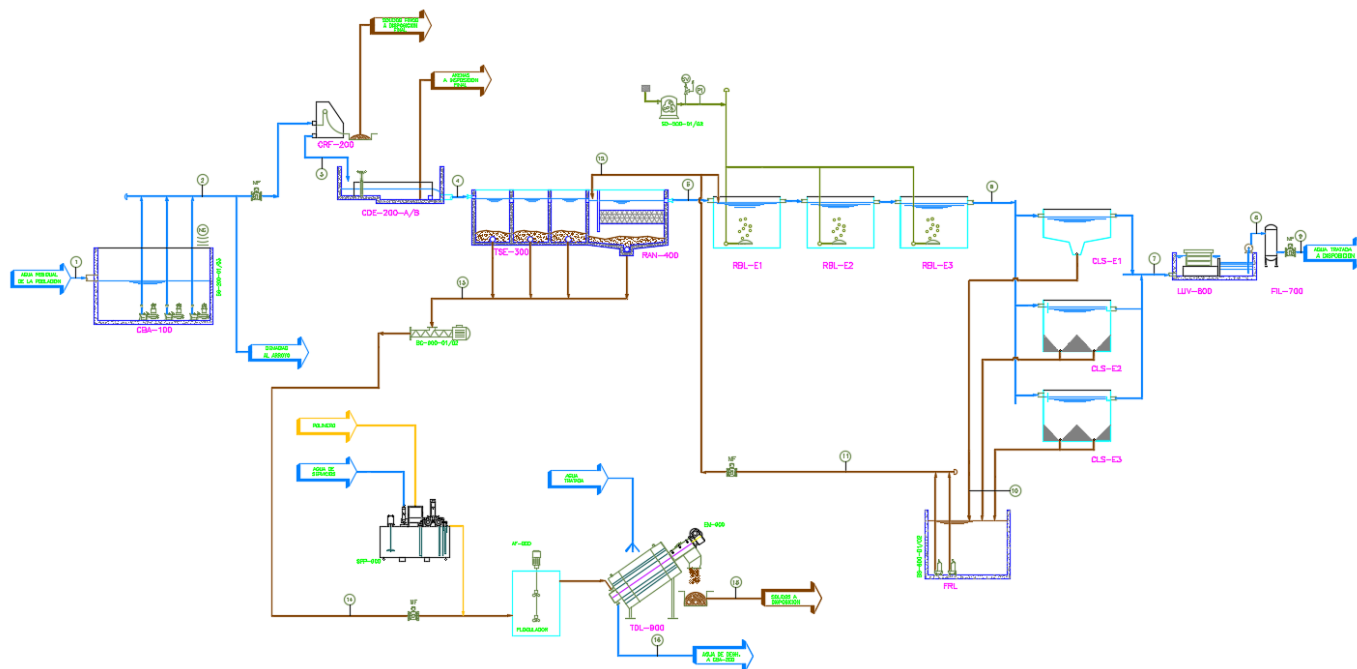
1. Una caseta para la operación y control, la cual cuenta con oficina para el operador, laboratorio de control, sanitarios y regaderas, así como área para colocar el centro de control de motores y almacén de herramientas y materiales necesarios.
2. Una caseta para Sopladores.
3. Vialidades



Sembrado general de unidades, Juanacatlán, municipio de Tapalpa.



Perfil Hidráulico



### 13.- Juanacatlán, municipio de Tenamaxtlán

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada por un reactor anaerobio de lecho fijo de flujo ascendente y combinado con una laguna del tipo humedal subsuperficial, con una capacidad promedio de 2 LPS.

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo promedio de 2 LPS, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar la localización del equipo principal, así como el de las estructuras de tratamiento.

Límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo “B”, aplicable a las descargas de aguas tratadas.

Parámetros (mg/l, excepto cuando se especifique)	Concentración Promedio Mensual (P.M) tipo “B”
Temperatura (°C) <sup>(1)</sup>	< 40
Potencial Hidrógeno (unidades de pH)	5 – 10
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub>	75
Sólidos Suspendidos Totales	75
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0
Grasas y Aceites <sup>(2)</sup>	15
Materia Flotante <sup>(3)</sup>	Ausente
Nitrógeno Total	40
Fósforo Total	20
Arsénico*	0.1
Cadmio*	0.1
Cianuro*	1.0
Cobre*	4.0
Cromo*	0.5
Mercurio*	0.005
Níquel*	2.0
Plomo*	0.2
Zinc*	10
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	<1000
Huevos de Helminto (huevos / L )	5

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- Tratamiento preliminar
- Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda
- Tanque séptico
- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente
- Humedal subsuperficial
- Desinfección
- Deshidratación de Lodos por lechos de secado
- Obras Complementarias

#### **Tratamiento Preliminar**

#### **Cribado medio y desarenado**

#### **Cribado medio**

Se contempla la utilización de un cribado medio a base de criba de barras o criba estática construida en soleras de acero con separación de 0.5 a 1.0 pulgadas, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 1.27 cm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual pasara entre las aberturas en flujo horizontal para su descarga hacia los canales de desarenado, para retener arenas y solidos sedimentables.

Los sólidos retenidos en el fondo serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

### **Desarenado de Flujo Horizontal**

El tratamiento preliminar está formado por dos canales, para tratar el flujo máximo de 2 LPS, cada uno de los canales estarán equipados con una compuerta de operación manual, con las cuales se podrá independizar la operación de cada uno de ellos.

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por los canales para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante canales apropiados para tal fin y controlando el flujo mediante un vertedor tipo sutro para cada canal. La finalidad principal de retener las arenas es la de evitar que los equipos de bombeo sufran desgaste por abrasión y acumular arenas en las siguientes etapas de tratamiento.

### **Cárcamo de bombeo agua cruda**

El agua residual pasa cárcamo de bombeo de agua cruda el cual aloja al sistema de Bombeo en la parte inferior, este equipo cumple con la capacidad para el envío del agua residual con flujo promedio de 2.0 LPS, así como un segundo equipo de respaldo

La función de este sistema de bombeo es la de enviar el agua cruda al siguiente proceso de tratamiento.

Este cárcamo será operado de manera automática mediante la utilización de un control por medio de peras de nivel que gobernarán el buen funcionamiento del sistema de bombeo. El cárcamo está diseñado para operar con el flujo promedio y máximo.

### **Reactor Anaerobio**

El Reactor Anaerobio estar formado por dos áreas, la primera por un tanque séptico y la segunda por un reactor anaerobio de lecho fijo ascendente.

#### **Tanque Séptico**

Un tanque Séptico el cual se encuentra dividido en tres cámaras para sedimentación y digestión, es decir combina en el mismo compartimiento la sedimentación y la digestión anaerobia de los sólidos sedimentados en la parte inferior. Esta unidad produce un efluente primario de calidad satisfactoria, eliminando de 40% de sólidos suspendidos y reduciéndose la DBO un 30%.

La extracción del lodo se realiza mediante la abertura de válvulas de seccionamiento y por carga hidráulica para ser enviados al sistema de deshidratación. El lodo digerido anaeróbicamente se conducirá por una tubería hacia el sistema de deshidratación del tipo filtros de arena y grava.

#### **Reactor Anaerobio**

Esta unidad se compone de tres secciones:

Sección 1 (Zona de digestión) en la parte inferior en donde se acumularán los sólidos formados para su digestión anaerobia, tiene pendiente hacia el centro en la parte ancha del reactor para concentrar los sólidos, así también tiene pendiente hacia uno de los lados de la parte larga con un canal central para que los sólidos puedan ser extraídos con mayor facilidad.

Sección 2 (Zona de reacción) en la parte intermedia en donde se encuentran los paneles del medio plástico de una altura de 0.61 metros en donde se lleva a cabo el soporte de los microorganismos anaerobios encargados de la degradación de la materia orgánica.

En esta cámara el agua residual que fluye en forma ascendente a través del lecho, entra en contacto con la película biológica desarrollada sobre el medio y por un mecanismo de absorción, cede a los microorganismos la materia orgánica y otros nutrientes para su desarrollo y reproducción removiendo así una parte significativa de la carga de contaminantes contenida en las aguas residuales.

Sección 3 (Zona de clarificación) en la parte superior una zona de clarificación del agua para su posterior salida por la canaleta hacia la siguiente etapa de tratamiento.

### **Laguna tipo Humedal artificial (Wetland)**

Los humedales son áreas que contienen agua y plantas adaptadas a condiciones de mucha humedad. Son utilizados para tratamiento de aguas residuales domésticas y las producidas en algunos tipos de industrias con desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos son transformados en nuevos microorganismos y en plantas ya que son su fuente de alimento, también son convertidos en agua y en gases (nitrógeno y bióxido de carbono que van hacia la atmósfera), por lo que sufren una reducción hasta del 80%; los microorganismos patógenos (bacterias que causan enfermedades).

Los humedales están constituidos por un área con grava o con suelo que sirve de soporte para que las plantas desarrollen sus raíces. Los microorganismos, principalmente bacterias, se adhieren a la superficie de la grava y de las raíces y tallos de manera similar a una envoltura de papel celofán. También pueden encontrarse suspendidos en el agua.

El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y transportado hasta las raíces y de aquí pasa al agua del humedal. Los nitritos y nitratos, producidos por la biodegradación de la materia orgánica, son asimilados por las plantas, por lo que se establece una relación de ayuda mutua bacterias-plantas.

Son varios los procesos que intervienen en la purificación del agua como son la biodegradación, sedimentación, filtración, reacciones físicas y químicas, etc., sin embargo, los microorganismos realizan la mayor parte de la remoción, siendo este alrededor de un 85%.

Existen varias especies de plantas que pueden utilizarse en los humedales como el tule y los carrizos.

Los humedales deben ser precedidos por un pretratamiento, después del cual es necesario un tratamiento anaerobio, es decir sin presencia de oxígeno, para disminuir la concentración de contaminantes, ya que el humedal no está adaptado para recibir altas cargas de materia orgánica. El sistema anaerobio puede ser una fosa séptica, un tanque Imhoff, una laguna anaerobia o un RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente), los cuales reducen el contenido de materiales orgánicos del 40% al 60 %.

### **Desinfección**

El proceso de desinfección mediante la utilización de compuestos de cloro como pueden ser la aplicación de tabletas de hipoclorito de calcio a una concentración del 65% de cloro activo, las cuales son colocadas dentro de un dispositivo con perforaciones controladas para la dosificación de acuerdo al flujo que pasa por esta

unidad, por la acción del cloro se eliminan una gran cantidad de organismos coliformes para dejar un agua que cumpla con la normatividad ambiental aplicable de acuerdo al cuerpo receptor.

#### **Fase sólida** **Deshidratación de lodos**

El proceso de desaguado de lodos, que fueron digeridos en el tanque séptico y reactor anaerobio, será mediante la utilización de una serie de filtros a gravedad compuestos por una base de grava de varios tamaños y una capa superior de arena silica con diámetro de partícula entre 0.6 y 0.8 milímetros. Una vez desaguada la mayor cantidad de agua que será retornada al cárcamo de bombeo para su tratamiento, los sólidos retenidos en la parte superior del filtro, serán deshidratados y desactivados por la acción calorífica y de los rayos ultravioleta presentes en la luz solar.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

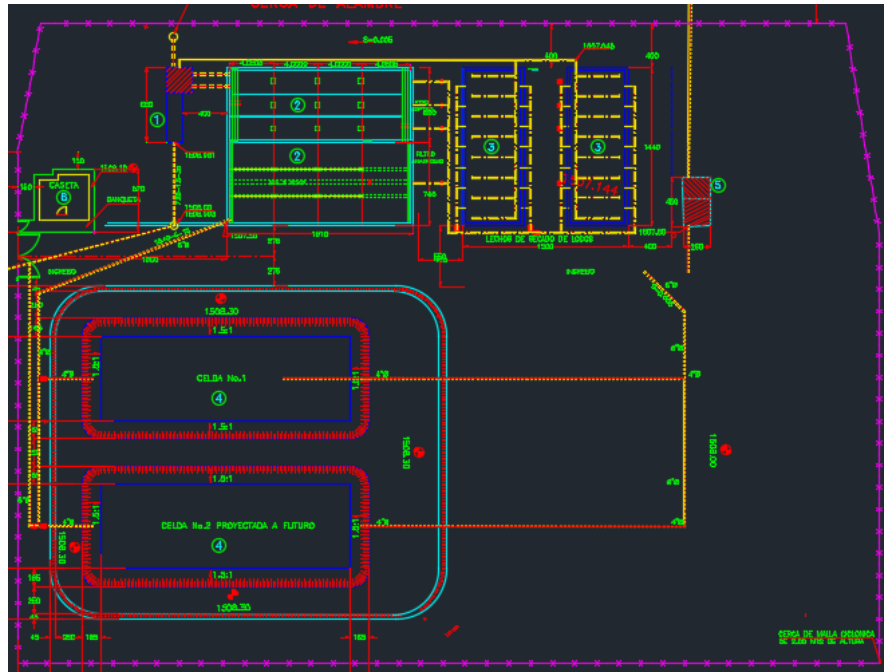
#### **Obras Complementarias**

El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por:

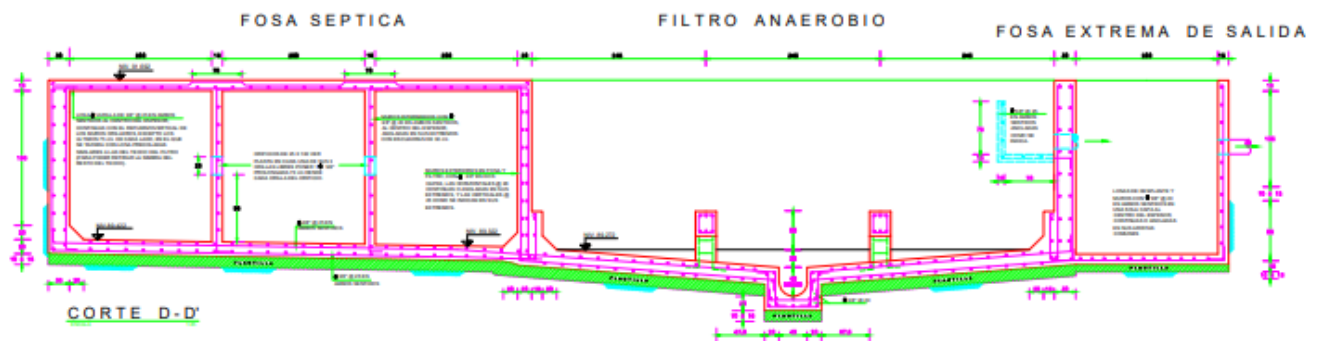
2. Una caseta para el resguardo y control de la operación de los equipos electromecánicos y almacén de herramientas y materiales necesarios.

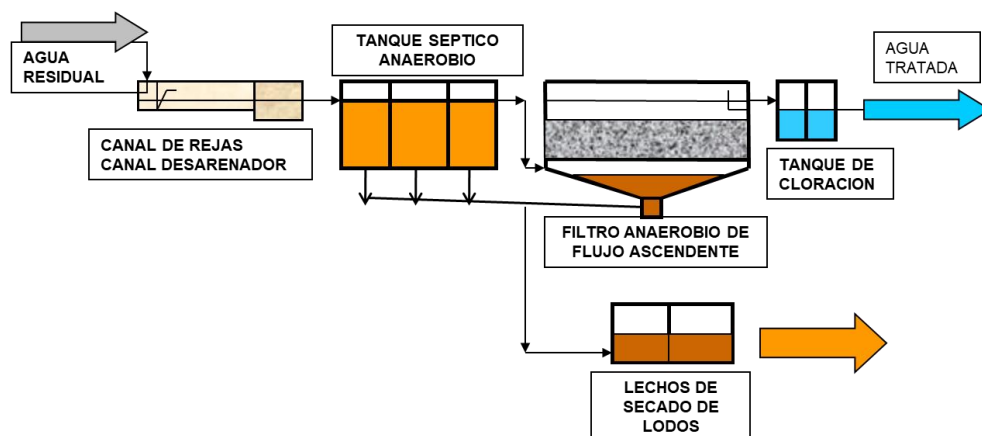


Sembrado general de unidades.



Perfil Hidráulico





Listado de equipos: 2 bombas sumergibles de 3HP en cárcamo de bombeo de influente

#### 14.- Unión de Tula, cabecera municipal.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 18 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario para lograr tratar las descargas presentes poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021

##### Descripción del Tren de Tratamiento de Agua

El proceso de lodos activados es una forma de tratamiento donde el agua residual y el lodo biológico o activado formado por una población heterogénea de microorganismos, son mezclados y aireados en un tanque o reactor; para posteriormente ser separados mediante sedimentación y recircularlos dentro del sistema.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica del agua residual, la que sirve de alimento para su propio crecimiento y reproducción. A medida que la población de microorganismos aumenta, se agrupa y forma flóculos para producir una masa activa llamada lodo activado.

El lodo activado es de color café, cuando es sano huele a “tierra mojada”, presenta una estructura granular y sedimenta rápidamente.

El agua residual que ingresa continuamente al tanque de aireación del sistema, se une con los lodos activados recirculados provenientes del sedimentador secundario, donde el aire es introducido para realizar una mezcla completa y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual que se produce en el tanque de aireación, se llama “licor mezclado”, el cual se envía a un tanque de sedimentación secundario o clarificador donde el agua se decanta para posteriormente ser desinfectada, y parte del lodo activado sedimentado se recircula, el sobrante se envía a tratamiento o disposición.

El aire es introducido al tanque de aireación, ya sea mediante difusores que se colocan en el fondo o por aireadores mecánicos superficiales los que pueden ser fijos, ubicados sobre plataformas o flotantes.

El agua a tratar y el lodo activado recirculado entran en el tanque de aireación y se mezclan con aire disuelto o con agitadores mecánicos. El suministro del aire suele ser uniforme a lo largo de toda la longitud del canal. Durante el período de aireación, se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado se separan en un sedimentador secundario, los tiempos de retención hidráulica varían entre 4 a 8 horas.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### **Pretratamiento**

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desareno tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### **Tratamiento biológico**

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

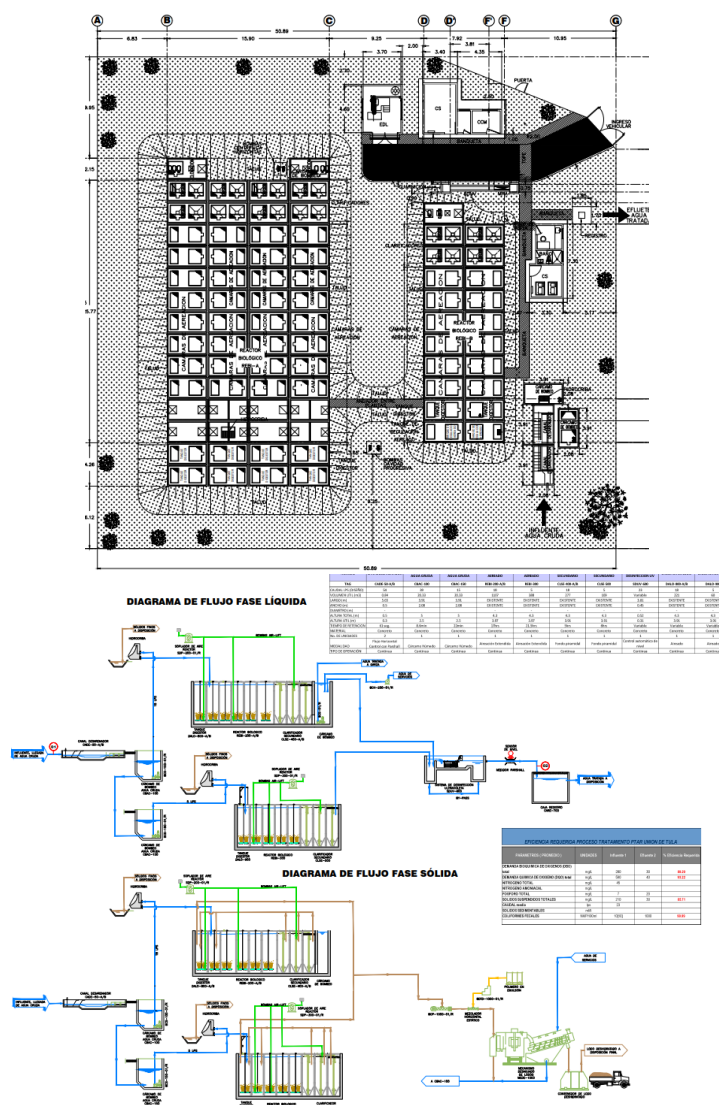
##### **Estabilización**

Los lodos sedimentados y separados en el tanque de sedimentación se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

##### **Desaguado**

Los lodos estabilizados se envían hacia las unidades de lechos de secado de lodos, mediante la acción solar se logra el secado de los lodos, donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, de esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



## Sembrado general de las unidades de proceso

Listado de equipos en la PTAR de Unión de Tula

- 1 pza de 2 HP Bomba de Cavidad Progresiva - 1000-01
- 1 pza de 2 HP Bomba de Cavidad Progresiva -1000-R
- 1 pza de 5 HP Bomba Centrífuga Sumergible 100 -01
- 1 pza de 5 HP Bomba Centrífuga Sumergible 100 - R
- 1 pza de 2.5 HP Bomba Centrífuga Sumergible 150 - 01
- 1 pza de 2.5 HP Bomba Centrífuga Sumergible 150 – R
- 1 pza de 5 HP Bomba Centrífuga Horizontal 200 - 01
- 1 pza de 5 HP Bomba Centrífuga Horizontal 200 - R
- 1 pza de 15 HP Soplador Desplazamiento Positivo 300 - 01
- 1 pza de 15 HP Soplador Desplazamiento Positivo 300 – R
- 1 pza de 50 HP Soplador Desplazamiento Positivo 200- 01
- 1 pza de 50 HP Soplador Desplazamiento Positivo 200- R
- 1 pza de 1.88 HP Sistema de Luz Ultravioleta
- 1 pza de 5 HP bomba de llenado de pipa
- 1 pza de 5 HP bomba de llenado de pipa
- 1 pza Transformador tipo seco de 30 kVA Banco de Capacitores 20 kVA

#### **15.- Valle de Juárez, cabecera municipal.**

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 10 l/s, fue diseñado para tratar agua residual con alta carga orgánica por la presencia de residuos y sueros lácteos provenientes de pequeños fabricantes.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario y combina dos procesos para lograr tratar las descargas presentes poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

#### **Pretratamiento:**

Se compone de dos canales uno en operación y el segundo en mantenimiento.

Cuenta con compuertas para distribuir el sentido del flujo y rejillas para separación de sólidos gruesos y medios, abertura promedio de 25 mm para retención de sólidos flotantes como bolsas de plástico, palos, botellas, pedazos de tela, etc.

Cuenta también con dos canales desarenadores, en los cuales se controla la velocidad del agua para sedimentar sólidos hasta de 0.5 mm de diámetro, entre los que se incluye materia orgánica y arenas.

#### **Cárcamo de bombeo**

Unidad de concreto para almacenar el agua cruda que será enviada a proceso de tratamiento, cuenta con dos equipos en operación y uno de reserva, con potencia de 3 BHP, conectadas a un múltiple de descarga y sistema de izaje de extracción para el mantenimiento preventivo o correctivo.

#### **Tanque reactor biológico anaerobio**

En esta unidad denominada reactor anaerobio se lleva a cabo la degradación de la alta carga orgánica presente por descargas de tipo industrial o de lácteos, se recibe el agua con algunos sólidos que no

sedimentaron en los canales desarenadores, los cuales al decantar sirven como medio de cultivo para las bacterias anaerobias, logrando una importante remoción de carga orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno.

El proceso continua al siguiente compartimiento dejando un menor porcentaje de microorganismos factibles de sedimentar, ya que estos digieren la materia orgánica no degradada.

### **Tanque reactor biológico aerobio**

El flujo de agua proveniente del proceso anaerobio pasa al reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo de este tanque para ser concentrados y enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia un canal en donde se encuentran instalados una serie de paneles con lámparas de luz ultravioleta con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente al pasar por este se envía al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021.

## **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

### **Digestor de lodos para estabilización**

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

### **Desaguado**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA**  
**PARTIDA 2**



Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro de tornillo) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

Sembrado general de unidades de tratamiento, Valle de Juárez

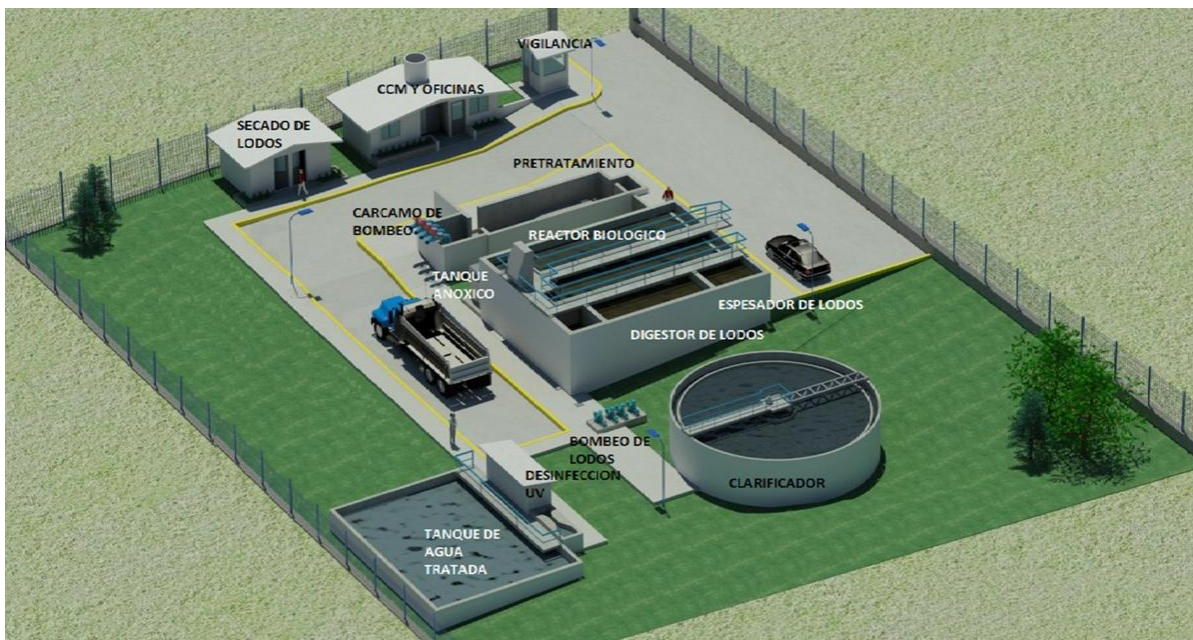
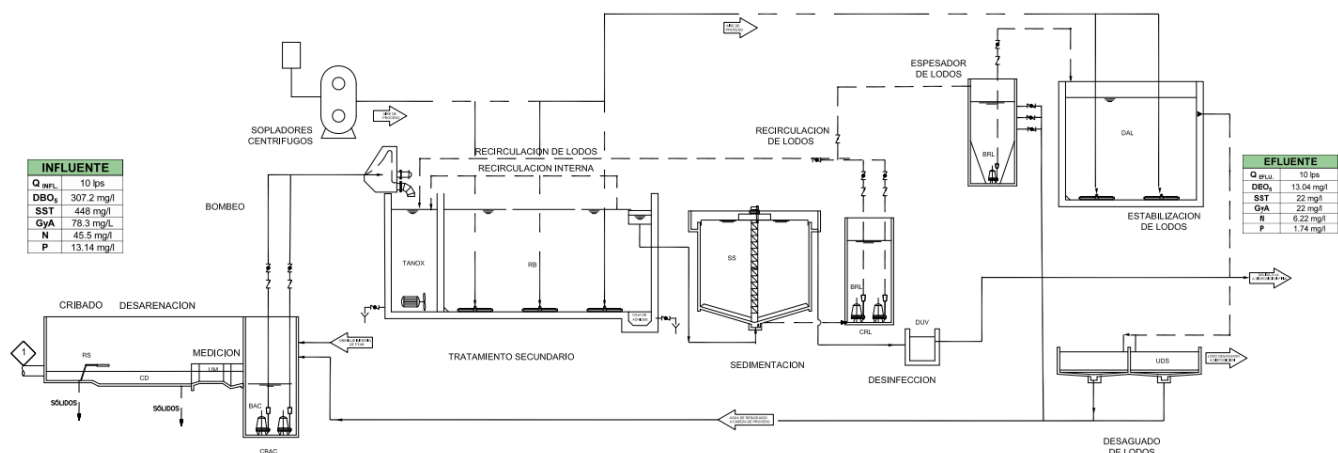


Diagrama de flujo



Listado de Equipo PTAR Valle de Juárez  
3 pzas Bomba Centrifuga Sumergible 5 HP  
2 pzas Soplador de Desplazamiento Positivo 15 HP  
1 pza sistema de desinfección por UV 2,800 watts  
1 pza Filtro Prensa Tornillo de 0.60 m, motor de 0.5 HP 3.0 m3/d  
1 pza sistema de dosificación de polímero dosificación 4 g/kg motor de 0.31 HP  
2 pzas bomba de lodos a tornillo, motor de 1 HP  
2 pzas bomba para lavado de tornillo motor de 1 HP

#### 16.- San Pedro Valencia, Municipio de Acatlán de Juárez

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de San Pedro Valencia en el municipio de Acatlán de Juárez, geográficamente se localiza en la latitud 20°28'08.64" N y longitud 103°38'56.84" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 2 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021

#### Descripción del proceso de tratamiento

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

##### Pretratamiento

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### Medición del efluente

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

#### Digestor aerobio, estabilización

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque para su estabilización mediante digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a  $\text{CO}_2$ . Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

#### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

Sembrado general de proceso, PTAR San Pedro Valencia

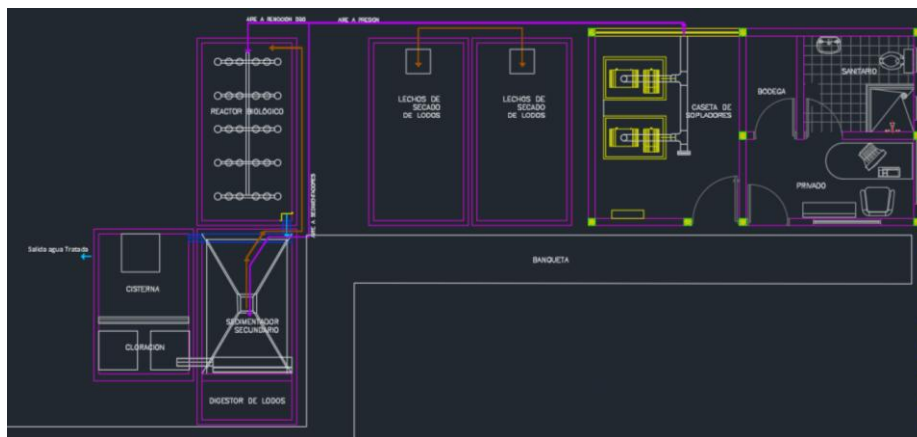
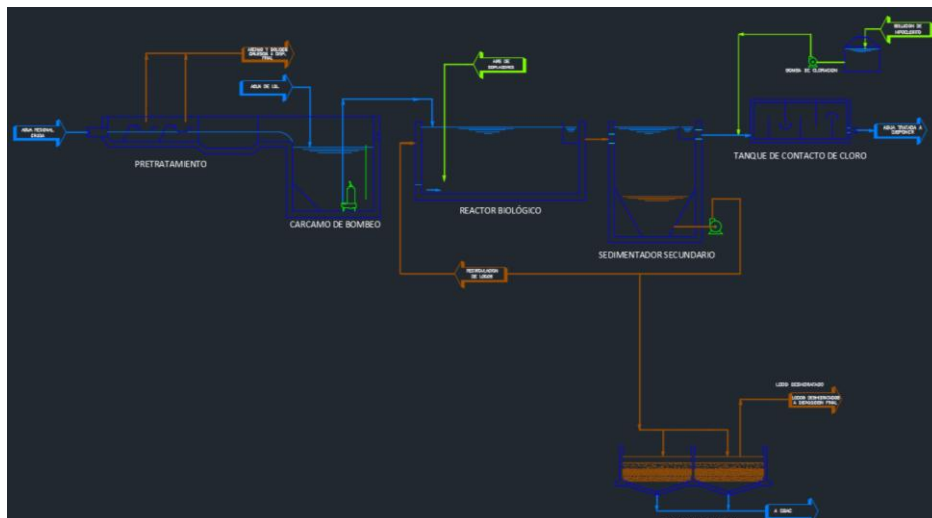


Diagrama de Flujo



#### 17.- Atotonilco el Alto, Municipio de Atotonilco El Alto

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la cabecera municipal de Atotonilco el Alto, geográficamente se localiza en la latitud 20° 31' 43.44" N, y longitud 102° 32' 43.93" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 70 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "C", para reúso en servicios al público y riego agrícola.

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO DIARIO	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	Grados Celsius	<30	<30
pH	Unidades	Entre 6.5 y 8.5	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	25	15
Sólidos Sedimentables	Ml/l	2	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	60	40
DBO5 Total	Mg/l	60	30
Nitrógeno Total	Mg/l	25	15
Fósforo Total	Mg/l	10	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	2,000	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.2	0.1
Cianuros Total	Mg/l	2.0	1.0
Cobre Total	Mg/l	6.0	4.0
Cromo Total	Mg/l	1.0	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.4	0.2
Niquel Total	Mg/l	4.0	2.0
Zinc Total	Mg/l	20.0	10

#### Descripción del proceso de tratamiento

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

##### Pretratamiento

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

##### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

##### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

##### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

##### Medición del efluente

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### Espesamiento

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

##### Estabilización

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se

requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

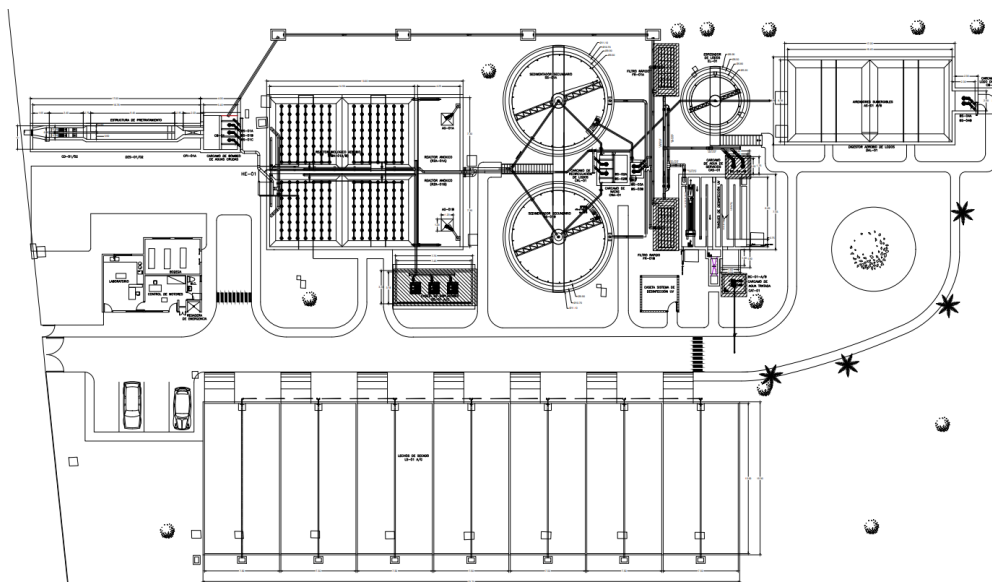
#### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro banda) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



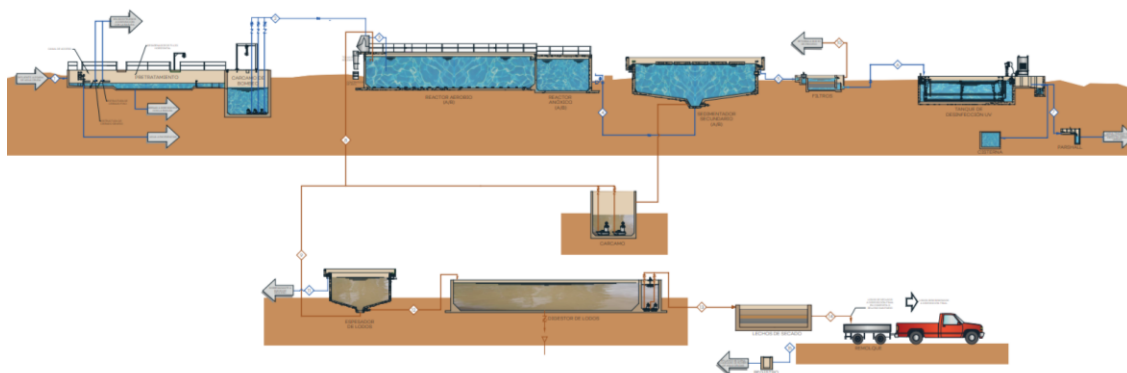
Sembrado general de las unidades de proceso de la PTAR Atotonilco el Alto



TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2



Diagrama de flujo



Listado de equipos de proceso de la PTAR Atotonilco el Alto

LISTA DE MOTORES												
Circuito	Servicio	Motor	Tag	Descripción	Tipo de Motor	Tipo de Operación	Tipo de Arranque	PH	Voltaje (V)	HP	KW	KVA
440 V												
CF-01	Fuerza	M-01	B5-01 A	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Operación	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-02	Fuerza	M-02	B5-01 B	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Operación	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-03	Fuerza	M-03	B5-01 C	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Stand By	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-04	Fuerza	M-04	SO-01 A	Soplador para Reactor Biológico 1	Soplador	Operación	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-05	Fuerza	M-05	SO-01 B	Soplador para Reactor Biológico 2	Soplador	Operación	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-06	Fuerza	M-06	SO-01 C	Soplador para Reactor Biológico 1,2	Soplador	Stand By	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-07	Fuerza	M-07	B5-02 A	Bomba de recirculación y purga de lodos biológicos	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-08	Fuerza	M-08	B5-02 B	Bomba de recirculación y purga de lodos biológicos	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-09	Fuerza	M-09	TOR-01 A	Tornamesa para rastras en sedimentador secundario 1	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-10	Fuerza	M-10	TOR-01 B	Tornamesa para rastras en sedimentador secundario 2	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-11	Fuerza	M-11	UV-01 A	Sistema de desinfección con luz UV	Tablero	Operación	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-12	Fuerza	M-12	TOR-02	Tornamesa para rastra de espesador de lodos	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-13	Fuerza	M-13	AS-01 A	Alreadores sumergible para Digestor de Lodos 1	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	10.00	7.46	8.78
CF-14	Fuerza	M-14	AS-01 B	Alreadores sumergible para Digestor de Lodos 2	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	10.00	7.46	8.78
CF-15	Fuerza	M-15	B5-03 A	Bomba para nautas de sedimentador secundario 1	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-16	Fuerza	M-16	B5-03 B	Bomba para nautas de sedimentador secundario 2	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-17	Fuerza	M-17	B5-04 A	Bomba de lodo digerido	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-18	Fuerza	M-18	B5-04 B	Bomba de lodo digerido	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-19	Fuerza	M-19	BC-01 A	Bomba de agua tratada	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	7.50	5.60	6.58
CF-20	Fuerza	M-20	BC-01 B	Bomba de agua tratada	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	7.50	5.60	6.58
CF-21	Fuerza	M-21	B5-05 A	Bomba de retrolavado de filtro abierto	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-22	Fuerza	M-22	B5-05 B	Bomba de retrolavado de filtro abierto	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-23	Fuerza	M-23	AG-01 A	Agitador sumergible Reactor Anóxico	Agitador	Operación	Tensión Plena	3	440	5.70	4.25	5.00
CF-24	Fuerza	M-24	AG-01 B	Agitador sumergible Reactor Anóxico	Agitador	Operación	Tensión Plena	3	440	5.70	4.25	5.00
127 V												
CC-01	Control	C-01	LIT-001	Medidor de flujo ultrasónico en influente	Tablero	Operación			127			
CC-02	Control	C-02	LIT-002	Medidor de flujo ultrasónico en efluente	Tablero	Operación			127			
CC-03	Control	C-03	AIT D.01	Sensor de Oxígeno A	Switch Principal	Operación			127			
CC-04	Control	C-04	AIT D-02	Sensor de Oxígeno B	Switch Principal	Operación			127			

Totalizado de Cargas				
	HP	KW	KVA	A
Operación	138.80	103.54	121.82	170.36
Stand By	68.20	50.88	59.86	83.70
Futuro	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	207.00	154.42	181.67	254.06



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

### 18.- Atequiza-Atotonilquillo, Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos- Chapala

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Atequiza-Atotonilquillo en los municipios de Ixtlahuacán de los membrillos y Chapala, geográficamente se localiza en la latitud 20° 24' 32.25" N y longitud 103° 07' 58.40" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados, humedales y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 45 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "C" y reusó en servicios al público y riego agrícola.

PARAMETRO	2 UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO DIARIO	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	3 Grados Celsius	<30	<30
pH	4 Unidades	Entre 6.5 y 8.5	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	25	15
Sólidos Sedimentables	Ml/l	2	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	60	40
DBO <sub>5</sub> Total	Mg/l	60	30
Nitrógeno Total	Mg/l	25	15
Fósforo Total	Mg/l	10	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	2,000	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.2	0.1
Cianuros Total	Mg/l	2.0	1.0
Cobre Total	Mg/l	6.0	4.0
Cromo Total	Mg/l	1.0	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.4	0.2
Níquel Total	Mg/l	4.0	2.0
Zinc Total	Mg/l	20.0	10

#### Descripción del proceso de tratamiento

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

##### Pretratamiento

El agua residual se conduce a un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

##### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

##### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

##### Laguna tipo Humedal artificial (Wetland)

Los humedales son áreas que contienen agua y plantas adaptadas a condiciones de mucha humedad. Son utilizados para tratamiento de aguas residuales domésticas y las producidas en algunos tipos de industrias con desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos son transformados en nuevos microorganismos y en plantas ya que son su fuente de alimento, también son convertidos en agua y en gases (nitrógeno y bióxido de carbono que van hacia la atmósfera), por lo que sufren una reducción hasta del 80%; los microorganismos patógenos (bacterias que causan enfermedades).

Los humedales están constituidos por un área con grava o con suelo que sirve de soporte para que las plantas desarrollen sus raíces. Los microorganismos, principalmente bacterias, se adhieren a la superficie de la grava y de las raíces y tallos de manera similar a una envoltura de papel celofán. También pueden encontrarse suspendidos en el agua.

El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y transportado hasta las raíces y de aquí pasa al agua del humedal. Los nitritos y nitratos, producidos por la biodegradación de la materia orgánica, son asimilados por las plantas, por lo que se establece una relación de ayuda mutua bacterias-plantas.

Existen varias especies de plantas que pueden utilizarse en los humedales como el tule y los carrizos.

Los humedales deben ser precedidos por un pretratamiento, después del cual es necesario un tratamiento anaerobio, es decir sin presencia de oxígeno, para disminuir la concentración de contaminantes, ya que el humedal no está adaptado para recibir altas cargas de materia orgánica.

##### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto en donde por la acción de la luz ultravioleta (UV) se logra eliminar los microorganismos patógenos.

##### Medición del efluente

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### Digestor aerobio, estabilización

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque para su estabilización mediante digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reúso.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

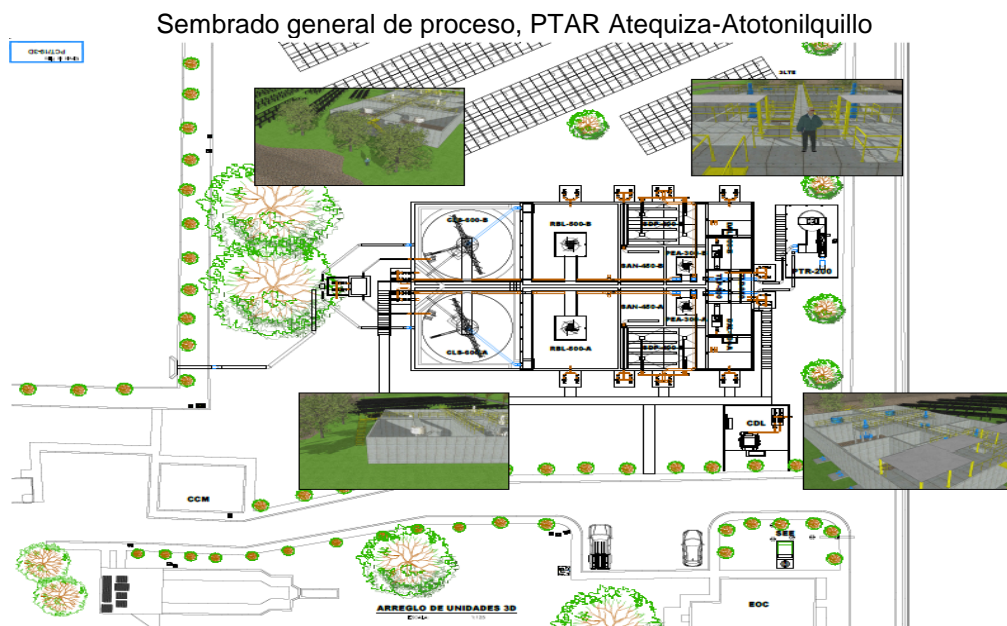
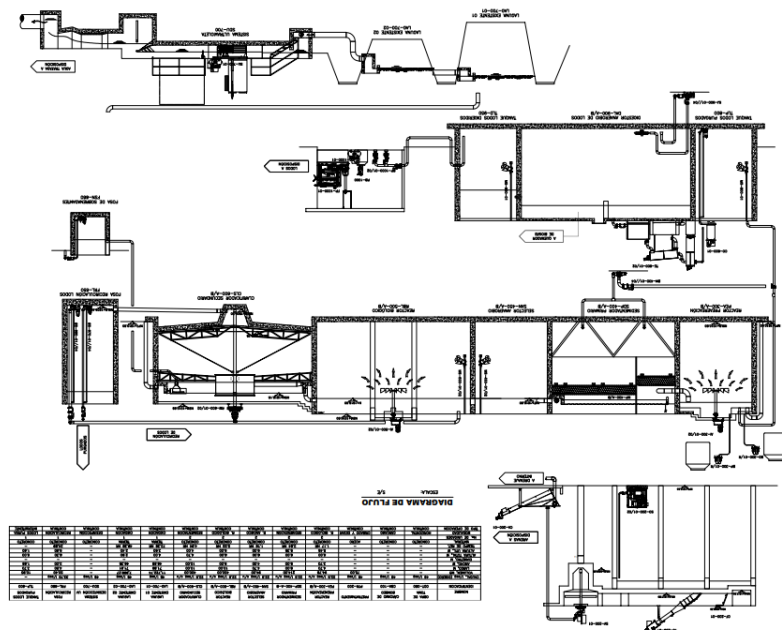


Diagrama de flujo

TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2



Listado de equipos de proceso PTAR Atequiza – Atotonilquillo

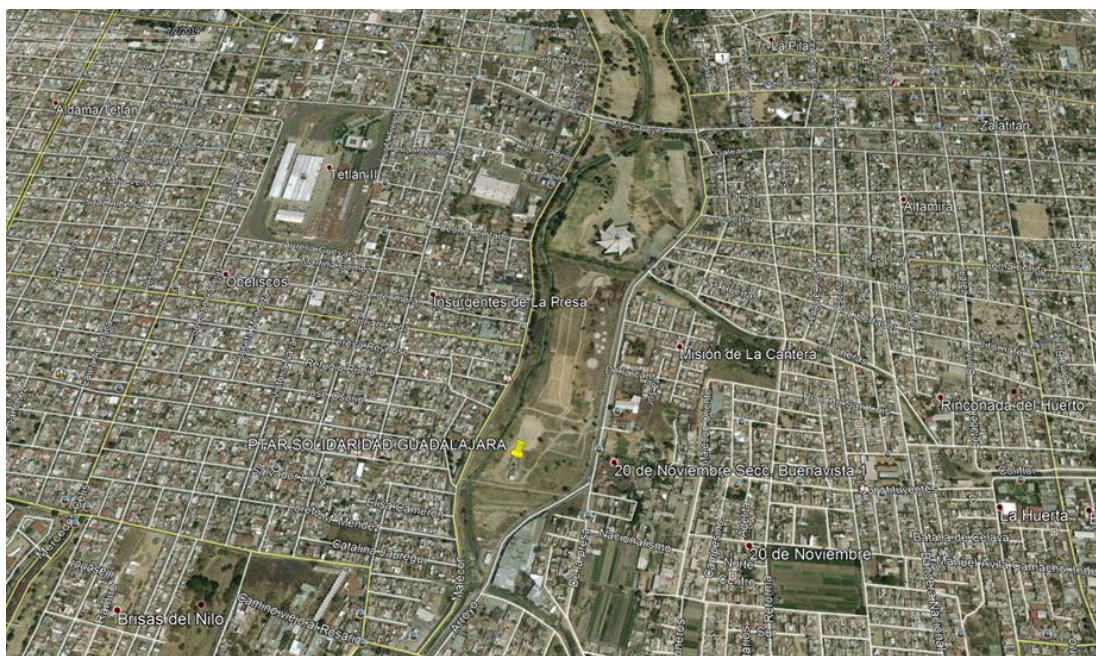
EQUIPO	TAG	CANTIDAD	MARCA	MODELO	POTENCIA Hp
<b>CÁRCAMO DE BOMBEO CBA-100</b>					
01.1 REJILLA DE LIMPIEZA MANUAL	CF-100-01/02	2	ICOEQUIPOS	Paso luz 40 mm	
01.1 REJILLA DE LIMPIEZA MANUAL	CF-100-03/04	2	ICOEQUIPOS	Paso luz 20 mm	
01.2 BOMBA SUMERGIBLE	BS-100-01/03	3	TSURUMI	150B47.5H	10
<b>PRETRATAMIENTO PTR-200</b>					
02.1 TAMIZ DE CRIBADO	TC-200-01	1	X2 SOLUTIONS	SC 500	0.75
02.2 SISTEMA VORTEX	SV-200-01	1	ICOEQ-110	ICOEQ-110	0.75
02.3 SOPLADOR DESPLAZAMIENTO	SO-200-01	2	AERZEN	GM 3S	2
02.4 MEDIDOR PARSHALL	MP-10-01	1	EFISA	5-99 L/S 6"	
02.5 SISTEMA EXTRACCIÓN ARENAS	EA-200-01	1	ICO EQUIPOS	5 M3HR	
02.6 CLASIFICADOR DE ARENAS	CA-200-01	1	X2 SOLUTIONS	X-GC 20	0.5
02.7 SENSOR DE NIVEL ULTRASONICO	SN-200-01	1	PEPPERL+FUCHS	UC400-300M	0.01
02.8 SENSOR DE PH	PH-200-01	1	ASI SENSORS	0.5-13 UPH	0.01
02.9 SENSOR TEMPERATURA	ST-200-01	1	GF-SIGNET	0-90°C	0.01
<b>PREAERACIÓN PEA-300-A/B</b>					
03.1 AERADOR MECÁNICO SUPERFICIAL B. VEL.	AI-300-01/02	2	ASTRUMER PRO	5.3 Kg O2/HR, 28", 104.4 rpm	3.0
03.2 DOSIFICADOR CLORURO FERRICO	BD-300-01/02	2	PULSAFEEDER	8 GPH	0.4
03.3 DOSIFICADOR DE POLIMERO COAGULACIÓN	BP-310-01/02	2	PULSAFEEDER	25GPH	0.4
03.4 SENSORES DE ORP	OR-300-01/02	2	HATCH	-500 + 500 Mv	0.01
<b>SEDIMENTADORES PRIMARIOS SOP-400-A/B</b>					
04.1 MEDIOS PLÁSTICOS	MP-400-A/B	120	HEWITECH	FA27	
04.2 BOMBA CENTRIFUGAS RECIRCULACIÓN	BS-400-01/04	4	TSURUMI	80B241.5 17ps a 2.1m	2
04.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS	VA-400-01/02	2	BRAY	2" DIAM	0.25
<b>SELECTOR ANAEROBIO SAN-450-A/B</b>					
04.5 AGITADOR TIPO PROPELA PARA MEZCLA	AP-450-01/04	2	LANDIA	POP-1.8 HP-1200 rpm	1.8
<b>REACTOR BIOLÓGICO RBL-500-A/B</b>					
05.1 AERADOR MECÁNICO SUPERFICIAL B. VEL.	AI-500-01/02	2	ASTRUMER PRO	1/ KgO2/HR Diam 41", 80.9rpm	10
05.2 AGITADOR TIPO PROPELA PARA MEZCLA	AP-500-01/04	2	LANDIA	POP-1.8 HP 360 rpm	4.9
05.3 SENSORES DE ORP	OR-500-01/02	2	HATCH	-500 + 500 Mv	0.01
05.4 MEDIDOR DE OXIGENO DISUELTO	OD-510-01/02	2	XYLEM - GLOBAL WATER	0 - 10 mg/l O.D.	0.01
<b>CLARIFICADOR SECUNDARIO CLS-600-A/B</b>					
06.1 RASTRA MECÁNICA	RM-600-01/02	2	EURODRIVE/ICO EQUIPOS	10 M DIAM Y 4.00 Mh	0.5
06.2 BOMBA CENTRIFUGA RECIRCULACIÓN	BS-600-01/04	4	TSURUMI	80U241.5 13ps@1.6	2
06.3 BOMBA CENTRIFUGA SOBRENADANTE	BS-660-01/04	4	TSURUMI	50U21.5 (5 ps@3m)	2
06.4 BOMBA CENTRIFUGA LODOS PURGADOS	BS-670-01/04	4	TSURUMI	80B21.5 (10ps@1.99m)	2
06.5 VÁLVULA AUTOMÁTICA	VA-600-01/02	2	BRAY	2" DIAM	0.25

## TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



06.4 BOMBA CENTRIFUGA Lodos Purgados	BS-670-0104	4	TSURUMI	80R21.5 (10hp@1.99m)	2
06.5 VÁLVULA AUTOMÁTICA	VA-850-0102	2	BRAY	2" DIAM	0.25
<b>SISTEMA DE DESINFECCIÓN SDU-700</b>					
07.1 SISTEMA DE DESINFECCIÓN	SU-700-01	1	GLASCO UV	GLOW 6000-2-4X-AW	7.5
07.2 COMPRESOR LIMPIEZA	CO-700-01	1	CRAFTSMAN	2.6 SCFM@90 PSIG	0.5
07.3 CANAL PARSHALL	CP-750-01	1	EPISA	6"	
07.4 SENSOR DE NIVEL	SN-750-01	1	PEPPERL+FUCHS	UC400-30GM	0.01
<b>TANQUE Lodos Purgados TL-P-800</b>					
08.1 AGITADOR TIPO PROPELA PARA MEZCLA	AP-800-0102	1	LANDIA	POPJ 1.8 HP-1200 rpm	1.8
08.2 BOMBA ALIMENTACIÓN ESPESADORES	CP-800-0102	2	SYDEX	3.0 M3HR@2 BAR	1
08.3 TORNILLO ESPESADOR DE Lodos	TE-800-0102	2	SOLID WATER	DT-400/1300	0.5
08.4 SISTEMA POLÍMERO	PP-800-0102	2	NALCO POLY-FDR	MPF100	0.15
08.5 BOMBA CAVIDAD PROGRESIVA	BD-800-0102	2	PULSAFEEDER	0.5 LPS @ 10 M	0.1
08.6 BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	BV-800-0102	2	GROUNDFOSS	2.4 M3HR @ 4 BAR	0.75
<b>TANQUE Lodos Digeridos TLD-850</b>					
08.7 AGITADOR TIPO PROPELA PARA MEZCLA	AP-850-01	1	LANDIA	POPJ 1.8 HP-1200 rpm	1.8
08.8 BOMBA CENTRIFUGA Lodo ESPESADO	BS-800-0102	2	TSURUMI	50 C2.755-CR-62	3
<b>DIGESTOR ANAEROBIO DE Lodos DAL-900-A/B</b>					
09.1 BOMBA CENTRIFUGA PARA MEZCLADO	BC-900-0102	2	LANDIA	MPTK1 65 1.8 HP 1800 rpm	3.6
09.2 BOLSAS ACUMULACIÓN DE BIOGAS	BO-900-0102	2	ICO EQUIPOS		
09.3 QUEMADOR BIOGAS	QM 900-01	1	GROUTH	77.1 - 264 m3/h	
<b>CASETA DESHIDRATACIÓN DE Lodos CDL</b>					
10.1 BOMBAS CAVIDAD PROGRESIVA	CP-1000-01	1	SYDEX	3.2 M3HR @ 2 BAR	1
10.2 BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL	BV-1000-01	1	GROUNDFOSS	2.4 M3HR @ 6 BAR	1.5
10.3 FILTRO BANDA PRENSA	FP-1000-01	1	SOLID WATER	FTP E 600	1
10.4 COMPRESOR	CO-800-01	1	CRAFTSMAN	CMCE0150K	0.5
10.5 PANEL DE CONTROL ELÉCTRICO	EL-1000-01	1	SIEMENS	E1000	0.1
<b>ELÉCTRICOS</b>					
11.1 TRANSDUCTORES DE CORRIENTE	TC-1100-01	60	SZT15-CH-420E	0 - 50 A	0.01
11.2 CONTROL ELÉCTRICO AUTOMÁTICO	CE-1100-01	1	WONDERWARE/SIEMENS		0.25
11.3 PANELES SOLARES	PS-1000-01	915	TALLMAX	TSM-DE15M(I)	400 W

### 19.- Parque Solidaridad, Municipio de Guadalajara



Guadalajara, PTAR Parque Solidaridad, 20° 38' 57.79" N, 103° 16' 17.06" O.

El arreglo del sistema de tratamiento se realizó considerando la topografía del terreno y la infraestructura existe, de tal manera que se optimizó contemplando las distancias entre las unidades de tratamiento con la finalidad de que se efectuó lo menos posible los movimientos de tierra y capacidades de equipos, así como el acceso a las instalaciones.

#### Parámetros de Diseño

En la siguiente tabla se presentan la calidad de agua de influente y con la que debe dar cumplimiento la PTAR.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

PARAMETRO	UNIDADES	Características	
		Agua Residual	Agua Tratada
pH	unidades pH	7.5	6.5-8.5
TEMPERATURA	°C	23	<30
GRASAS Y ACEITES	mg/lit	70	15
DBO <sub>5</sub> TOTAL	mg/lit	350	20
DBO <sub>5</sub> SOLUBLE	mg/lit	225	
DQO TOTAL	mg/lit	600	
DQO SOLUBLE	mg/lit	435	
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mg/lit	2	1
FOSFORO TOTAL	mg/lit	15	
NITROGENO TOTAL	mg/lit	40	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/lit	290	20
COLIFORMES FECALES	NMPx 100 ml	3 x 10 <sup>5</sup>	240
HUEVOS DE HELMINTO	H/I	5	<1
CAUDAL AGUA RESIDUAL	LPS	60	60

El caudal de diseño es de 60 LPS

El sistema de tratamiento cumplirá con la norma NOM-001-SEMARNAT-2021.

La planta de tratamiento se encuentra conceptualizada de la siguiente manera:

- El sistema de tratamiento de tratamiento seleccionado es de los denominados de Lodos Activados modalidad Aireación Convencional, con una capacidad nominal de 60 LPS sostenido.
- El sistema estará formado por dos trenes de tratamiento con capacidad individual de 30 LPS promedio.

En los diagramas de flujo se presenta un esquema de las fases sólida y líquida, para tratar el flujo sostenido de 60 LPS, en las cuales se muestra el recorrido del agua a través de la planta de tratamiento, se puede visualizar además la localización del equipo principal con su número de identificación, así como el de las estructuras de tratamiento.

El sistema contempla las siguientes unidades y/o etapas de tratamiento:

- 1- Cribado Grueso y Cárcamo de Bombeo
- 2- Cribado Fino y Desarenado
- 3- Reactor Biológico
- 4- Clarificador Secundario
- 5- Desinfección
- 6- Digestor de Lodos
- 7- Deshidratación de Lodos
- 8- Obras Complementarias

#### 1- Cribado Grueso y Cárcamo de Bombeo



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

### Cribado grueso

El agua residual llega actualmente a un cárcamo de bombeo existente, para lo cual se colocará una caja de llegada (previo al cárcamo de bombeo) la cual se equipará con una rejilla de cribado grueso.

En este tratamiento es la primera parte en donde se lleva a cabo la retención de sólidos mayores a 1" mediante el empleo de una rejilla manual a la cual se encuentra integrada una charola de acero con perforaciones que permiten el drenado del agua contenida en la basura recolectada.

### Cárcamo de bombeo agua cruda

El agua proveniente del sistema de cribado, pasa inmediatamente al cárcamo de bombeo de agua cruda el cual aloja al sistema de Bombeo, las bombas que se colocaran son del tipo sumergible con materiales endurecidos (CAST IRON ASTM A48-56 CLASS 25 tiene un numero de Brinell Hardness de 145-165, EN-GJL-250, EN-GJL-250 endurecida a la llama) en carcaza e impulsor, el cual cumplirá con los siguientes requerimientos:

Caudal de Agua Residual, LPS	Equipos en Operación
60 (mínimo)	Una bomba capacidad 60 LPS
60 (medio sostenido)	Una bomba capacidad 60 LPS

Este cárcamo será operado de manera automática mediante la utilización de un control por medio de un sensor de nivel ultrasónico que gobernarán el buen funcionamiento del sistema de bombeo. El cárcamo está diseñado para operar con el flujo sostenido de 60 LPS. En la línea alimentación hacia el cribado fino se colocará un medidor de flujo magnético.

## 2- Cribado Fino y Desarenado

### Cribado Fino

Se contempla la utilización de un cribado fino a base de una hidrocriba o criba estática construida en lámina y accesorios de acero inoxidable, cuya finalidad principal es la de retener los sólidos mayores a 2 mm, los cuales serán dispuestos en contenedores para que sean llevados a su disposición final.

El agua residual será alimentada a la hidrocriba por la parte posterior y distribuida en la parte superior para caer en la malla frontal con abertura de 2 mm, en donde los sólidos serán retenidos y el agua pasara entre las aberturas a la parte inferior de la criba para su descarga hacia el canal de alimentación del sistema de desarenado

Los sólidos retenidos en la malla, serán captados en una tolva y conducidos hacia contenedores para su envío a disposición final.

### Sistema de Desarenado

Después de retirar los sólidos el agua será conducida por un canal para retirar las arenas provenientes en el agua residual mediante un sistema mecánico denominado tipo vórtice, en donde la alimentación y salida del agua es en forma tangencial. Se encuentra equipado con un mecanismo por medio de una turbina giratoria en donde una serie de paletas mantienen una velocidad constante que induce que las arenas choquen contra la pared del tanque y estas desciendan hacia el fondo para posteriormente ser extraídas por un sistema air-lift hacia el equipo de separación mecánico separador de arenas, en donde por un costado escurrirá el agua y por el otro se obtendrán las arenas para su almacenamiento y disposición final.

## 3- Reactor Biológico

### **Proceso Biológico**

En esta parte del sistema se lleva a cabo el proceso de degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos aerobios alojados en el reactor. El tipo de proceso de tratamiento que se llevara a cabo en el reactor es el denominado “Aereación Convencional” flujo tipo pistón, formado por dos reactores biológicos.

En el Reactor Biológico se encuentra equipado con difusores de burbuja fina de disco de 9” con membrana de EPDM, los cuales se encuentra instalados de manera estratégica con el propósito de asegurar un máximo tiempo de residencia hidráulica y evitar zonas muertas en el reactor, lo que permite la formación de un patrón completamente mezclado, lo que mantiene los sólidos en suspensión todo el tiempo.

El aire requerido será suministrado por sopladores del tipo desplazamiento positivo, uno para cada reactor, más un equipo en reserva.

### **4- Clarificador Secundario**

En el clarificador secundario los sólidos suspendidos mezclados con el efluente proveniente del reactor biológico son sedimentados y manejados mediante la utilización de bombas centrífugas sumergibles localizadas en la fosa de recirculación de lodos.

El sistema de remoción de lodo se efectuará por gravedad aprovechando el peso de los lodos y concentrándolos en el centro del clarificador por un sistema de rastras barre lodos, para de ahí pasar por una tubería hacia la fosa de recirculación de lodo.

El sistema de clarificadores es del tipo circular con mecanismo barre lodos y barre natas. Estará formado por dos clarificadores, una fosa de recirculación de lodos y una fosa para natas.

La fosa de recirculación de lodos estará equipada con tres bombas centrífugas sumergibles, dos bombas en operación y una en reserva, con capacidad individual de 22.5 LPS cada una, que retornarán el lodo a los reactores biológicos. El lodo de desecho será enviado hacia el digestor por cualquiera de estas bombas sumergibles.

La caja de Natas se encuentra equipada con dos bombas sumergibles con capacidad individual de 3 LPS, una en operación y otra en reserva.

El agua clarificada verterá por la parte superior para ser conducida a la siguiente etapa de tratamiento.

### **5- Desinfección (LUV)**

El proceso de desinfección mediante la utilización de un sistema de Luz Ultravioleta, se realiza en un canal diseñado para tal fin.

El agua desinfectada pasará por una canaleta parshall en donde se medirá el agua tratada.

El agua tratada será descargada hacia un emisor para su disposición final al arroyo existente.

### **6- Estabilización de lodo desecho (Digestor Aerobio)**

La digestión aerobia de lodos es utilizada ampliamente para estabilizar la materia orgánica contenida en el lodo. Para lo cual se empleará el tanque existente.

El proceso involucra la aireación del lodo por periodos extensos en tanques abiertos. El proceso es similar a uno de lodos activados e involucra la oxidación directa de la materia biodegradable y la oxidación del material celular microbiano.

La digestión aerobia de lodos es utilizada en plantas medianas y pequeñas para estabilizar la materia orgánica contenida en el lodo de desecho.

El proceso consiste en la directa oxidación de la materia biodegradable y la oxidación del material celular microbiano (respiración endógena).

La digestión no es completa hasta que no han transcurrido 14 días promedio de residencia hidráulicos. El aire y mezcla requeridos por el proceso de digestión es proporcionada por un sistema de 2 sopladores del tipo tornillo (unos en operación y uno en reserva) y difusores de burbuja fina de disco de 9" de diámetro.

Para lograr un espesamiento de los lodos, se empleará uno de los tanques existentes de geometría rectangular tipo estático.

### 7- Deshidratación de lodos

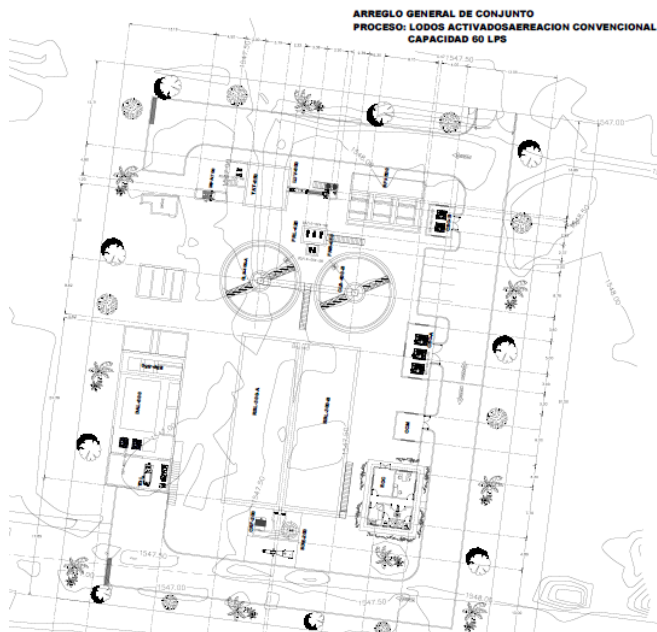
El proceso de desaguado de lodos será utilizando un sistema integral mediante una unidad de tipo tornillo deshidratador, asistida para su correcta operación por un sistema periférico de aplicación de polímero y bombas de cavidad progresiva para alimentación el tornillo deshidratador.

El lodo deshidratado será captado para su traslado hacia su destino final o disposición definitiva.

### 8- Obras Complementarias

El sistema integral de tratamiento se encuentra complementado por:

1. Un edificio de control y operación el cual cuenta con oficina para el operador, laboratorio de control, sanitarios y regaderas, así como área para colocar el centro de control de motores y almacén de herramientas y materiales necesarios.
2. Una caseta para Sopladores.
3. Una caseta para centro de control de motores



Arreglo de Conjunto PTAR Parque Solidaridad

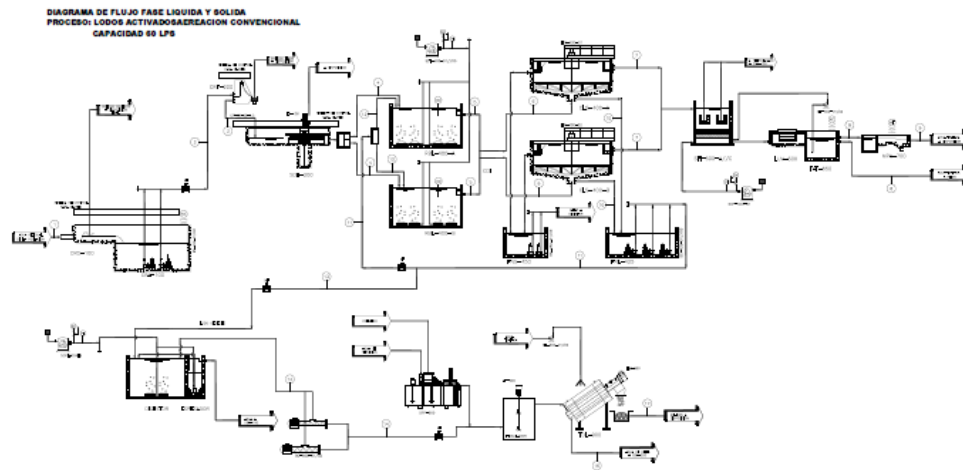
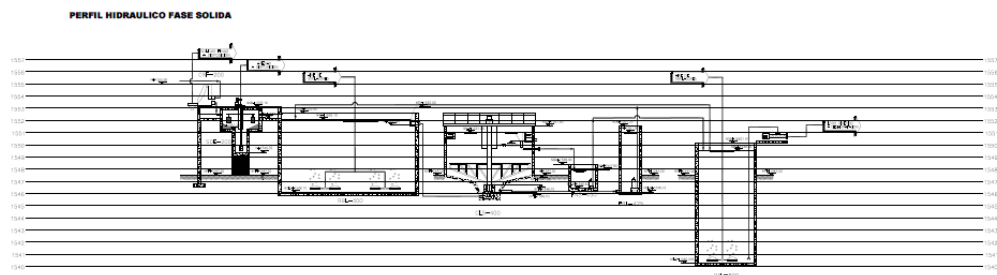
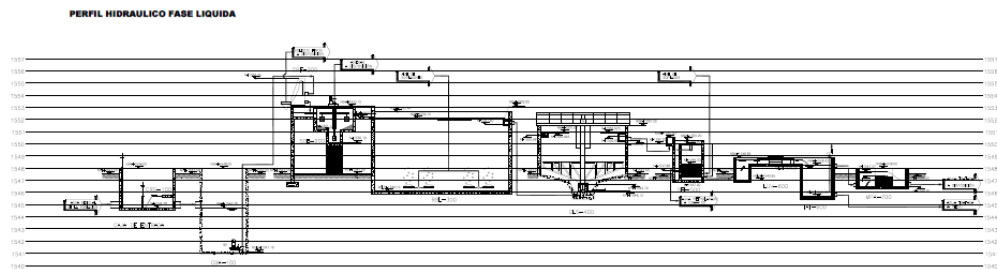


Diagrama de Flujo PTAR Parque Solidaridad.



Perfil Hidráulico PTAR Solidaridad

**TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2**



No.	Descripción	Loc. / Tag	Operación	Reserva	H.P. Motor	KW Totales	V	AMP
<b>CBA-100</b>								
1	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-100-01	1	0	20	14.92	440	28.62
2	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-100-02	0	1	20	14.92	440	28.62
<b>SDE-200</b>								
<b>Tablero</b>								
3	Sistema de Desarenado	SDE-200	1	0	1.5	1.12	440	1.75
4	Lavador de Arenas	LA-200	1	0	1	0.75	440	1.16
5	Soplador de Desplazamiento P.	SD-200	1	0	5	3.73	440	5.94
<b>RBL-300</b>								
6	Soplador Desplazamiento Positivo	SD-300-01	1	0	100	74.60	440	116.95
7	Soplador Desplazamiento Positivo	SD-300-02	1	0	100	74.60	440	116.95
8	Soplador Desplazamiento Positivo	SD-300-03	0	1	100	74.60	440	116.95
<b>CLS-400</b>								
9	Equipo Mecánico de Rasbraz	ER-400-01	1	0	0.5	0.37	440	0.59
10	Equipo Mecánico de Rasbraz	ER-400-02	1	0	0.5	0.37	440	0.59
<b>FR-425</b>								
11	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-425-01	1	0	5	3.73	440	5.85
12	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-425-02	1	0	5	3.73	440	5.85
13	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-425-03	0	1	5	3.73	440	5.85
<b>FR-450</b>								
14	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-450-01	1	0	1.5	1.12	440	1.75
15	Bomba Centrífuga Sumergible	BS-450-02	0	1	1.5	1.12	440	1.75
<b>SF-500</b>								
16	Bomba Centrífuga Horizontal	BH-500-01	1	0	10	7.46	440	11.69
17	Bomba Centrífuga Horizontal	BH-500-02	0	1	10	7.46	440	11.69
18	Soplador Desplazamiento Positivo	SDP-500-01	1	0	25	18.65	440	29.37
19	Soplador Desplazamiento Positivo	SDP-500-02	0	1	25	18.65	440	29.37
<b>DAL-700</b>								
20	Soplador Desplazamiento Positivo	SD-700-01	1	0	40	29.84	440	46.78
21	Soplador Desplazamiento Positivo	SD-700-03	0	1	40	29.84	440	46.78
<b>CASETA DE DESHIDRATACION</b>								
<b>Tablero</b>								
22	Bomba Cavidad Progresiva	BC-800-01	1	0	5	3.73	440	5.85
23	Bomba Cavidad Progresiva	BC-800-02	0	1	5	3.73	440	5.85
24	Equipo Tornillo Deshidratador	DH-800	1	0	1	0.75	440	1.16
25	Agitador Picoledor	AP-800	1	0	1	0.75	440	1.16
<b>Sistema Preparación Polímero</b>								
	Agitador mecánico 1	AM-800-01	1	0	0.5	0.37	440	0.59
	Agitador mecánico 2	AM-800-02	1	0	0.5	0.37	440	0.59
	Tornillo Dosificador	TD-800	1	0	0.5	0.37	440	0.3
	Bomba Dosificadora	BD-800-01	1	0	1	0.75	440	0.82
	Bomba Dosificadora	BD-800-02	0	1	1	0.75	440	0.82
<b>LUV-600</b>								
27	Lámpara de Luz Ultravioleta (24 Lámparas 250 w c/a)	LUV-600	1	0	10	7.46	440	15.3
<b>TOTAL:</b>					<b>542</b>	<b>404.33</b>		

Listado de Equipos PTAR Parque Solidaridad

## 20.- Cuitzeo (La Estancia), Municipio de Poncitlán

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Cuitzeo en el municipio de Poncitlán, geográficamente se localiza en la latitud 20° 23' 18.60" N, 102°56' 28.15" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados, humedales y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 65 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

### **Descripción de los procesos de tratamiento**

#### **Pretratamiento:**

Se compone de dos canales uno en operación y el segundo en mantenimiento.

Cuenta con compuertas para distribuir el sentido del flujo y rejillas para separación de sólidos gruesos y medios, abertura promedio de 25 mm para retención de sólidos flotantes como bolsas de plástico, palos, botellas, pedazos de tela, etc.

Cuenta también con dos canales desarenadores, en los cuales se controla la velocidad del agua para sedimentar sólidos hasta de 0.5 mm de diámetro, entre los que se incluye materia orgánica y arenas.

#### **Cárcamo de bombeo**

Unidad de concreto para almacenar el agua cruda que será enviada a proceso de tratamiento, cuenta con dos equipos en operación y uno de reserva, con potencia de 5 HP, conectadas a un múltiple de descarga y sistema de izaje de extracción para el mantenimiento preventivo o correctivo.

#### **Tanque reactor biológico aerobio**

El flujo de agua proveniente del cárcamo de bombeo ingresa a la zona anóxica de este proceso para la remoción de nitrógeno, seguido se encuentra el reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo de este tanque para ser concentrados y enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia un canal en donde se encuentran instalados una serie de paneles con lámparas de luz ultravioleta con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021.

### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

#### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

### Digestor de lodos para estabilización

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro de tornillo) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



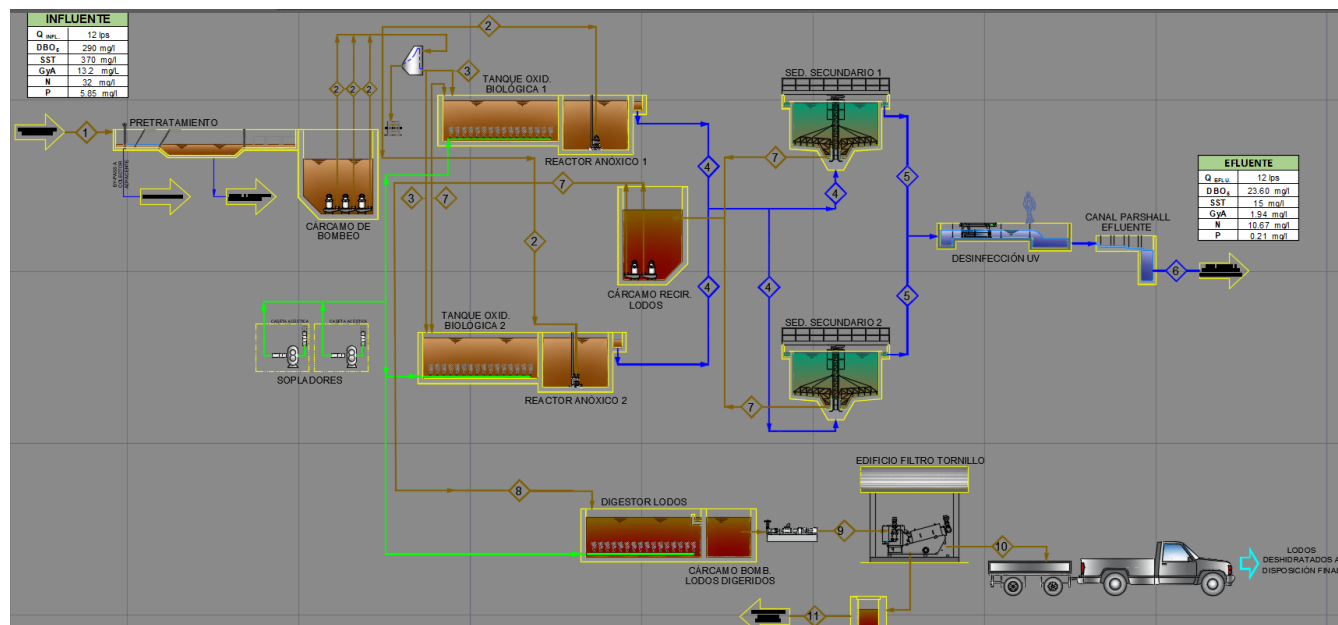
Sembrado general de unidades de tratamiento, Cuitzeo, municipio de Poncitlán.



TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2



Diagrama de flujo



Relación de equipos de proceso PTAR Cuitzeo

No	RELACIÓN DE EQUIPOS	Tipo	MARCA	MODELO	Nominal unitaria HP	Potencias de Operación Operando	Respaldo
<b>Pretratamiento y Carcamo Influyente</b>							
<b>Carcamo Influyente</b>							
	Bombas Influyente 1	Centrifuga Sumergible	Franklin Electric	5FWS4603-03025	5.00	5.00	
	Bombas Influyente 2	Centrifuga Sumergible	Franklin Electric	5FWS4603-03025	5.00	5.00	
	Bombas Influyente 3	Centrifuga Sumergible	Franklin Electric	5FWS4603-03025			5.00
<b>Reactor Biológico</b>							
4	Soplador de aire al Reactor 1	Desplazamiento Positivo	SUTORBILT Gardner Denver	5MS	20.00	20.00	
5	Soplador de aire al Reactor 2	Desplazamiento Positivo	SUTORBILT Gardner Denver	5MS	20.00		20.00
<b>Sedimentador</b>							
	Mecanismo Central 1	Tracción Central	ABBA Ingenieria	Reductor SUMITOMO	0.25	0.25	
8	Bombas Recirculación 1	Centrifuga Sumergible	Franklin Electric	1.5FWS4603-0202	1.50	1.50	
9	Bombas Recirculación 2	Centrifuga Sumergible	Franklin Electric	1.5FWS4603-0202			1.50
<b>Desinfección</b>							
1	Sistema UV	Luz Ultravioleta	AQUALITY	IP-1120-INOX	0.50	0.50	
<b>Tornillo secado de lodos</b>							
	Tornillo secado de lodos	Tornillo	KINTEP	KTDL-251	0.50	0.50	
	Disficator de polimeros	De Impulsos	CFG	1100LPE	0.25	0.25	
	Bombas de lavado de tornillo	Centifuga Horizontal			1.00	1.00	
	Bombas de Lodos 1	Cavidad Progresiva	Moyno	Compac C	1.00	1.00	
	Bombas de Lodos 2	Cavidad Progresiva	Moyno	Compac C	1.00		1.00
<b>Agua para servicios</b>							
1	Bomba para agua de serviso y riego 1				1.00	1.00	
<b>Edificios</b>							
1	Alumbrado Caseta de Vigilancia				0.08	0.05	
2	Alumbrado de Edif. de Ope. y Lab.				0.25	0.25	
4	alumbrado edificio CCM				0.25	0.25	
5	Alumbrado exterior				0.50	0.50	
					Instalados	Operación	Reserva
	<b>TOTAL DE CARGA POR H.P.</b>					<b>37.05</b>	<b>27.50</b>

## 21.- Poncitlán, Municipio de Poncitlán

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Atequiza-Atotonilquillo en los municipios de Ixtlahuacán de los membrillos y Chapala, geográficamente se localiza en la latitud 20° 23' 18.60" N, 102°56' 28.15" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados, humedales y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 65 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "C" y reusó en servicios al público y riego agrícola.

PARAMETRO	7 UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	8 Grados Celsius	<30
pH	9 Unidades	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	10
Sólidos Sedimentables	Ml/l	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	40
DBO <sub>5</sub> Total	Mg/l	30
Nitrógeno Total	Mg/l	15
Fósforo Total	Mg/l	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2
Cadmio Total	Mg/l	0.05
Cianuros Total	Mg/l	2.0
Cobre Total	Mg/l	4.0
Cromo Total	Mg/l	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01
Plomo Total	Mg/l	0.5
Níquel Total	Mg/l	4.0
Zinc Total	Mg/l	10

#### Descripción del proceso de tratamiento

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

##### Pretratamiento

El agua residual se conduce a un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

##### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

##### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

##### Laguna tipo Humedal artificial (Wetland)

Los humedales son áreas que contienen agua y plantas adaptadas a condiciones de mucha humedad. Son utilizados para tratamiento de aguas residuales domésticas y las producidas en algunos tipos de industrias con desechos orgánicos.

Los desechos orgánicos son transformados en nuevos microorganismos y en plantas ya que son su fuente de alimento, también son convertidos en agua y en gases (nitrógeno y bióxido de carbono que van hacia la atmósfera), por lo que sufren una reducción hasta del 80%; los microorganismos patógenos (bacterias que causan enfermedades).

Los humedales están constituidos por un área con grava o con suelo que sirve de soporte para que las plantas desarrollen sus raíces. Los microorganismos, principalmente bacterias, se adhieren a la superficie de la grava y de las raíces y tallos de manera similar a una envoltura de papel celofán. También pueden encontrarse suspendidos en el agua.

El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y transportado hasta las raíces y de aquí pasa al agua del humedal. Los nitritos y nitratos, producidos por la biodegradación de la materia orgánica, son asimilados por las plantas, por lo que se establece una relación de ayuda mutua bacterias-plantas.

Existen varias especies de plantas que pueden utilizarse en los humedales como el tule y los carrizos.

Los humedales deben ser precedidos por un pretratamiento, después del cual es necesario un tratamiento anaerobio, es decir sin presencia de oxígeno, para disminuir la concentración de contaminantes, ya que el humedal no está adaptado para recibir altas cargas de materia orgánica.

##### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto en donde por la acción de la luz ultravioleta (UV) se logra eliminar los microorganismos patógenos.

##### Medición del efluente

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### Digestor aerobio, estabilización

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque para su estabilización mediante digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reúso.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de la PTAR Poncitlán

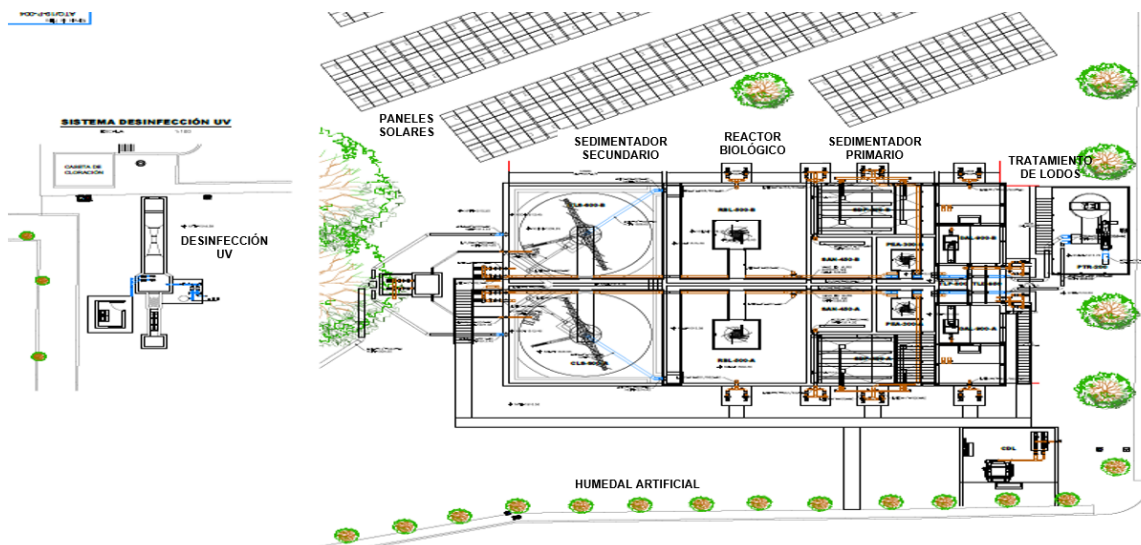
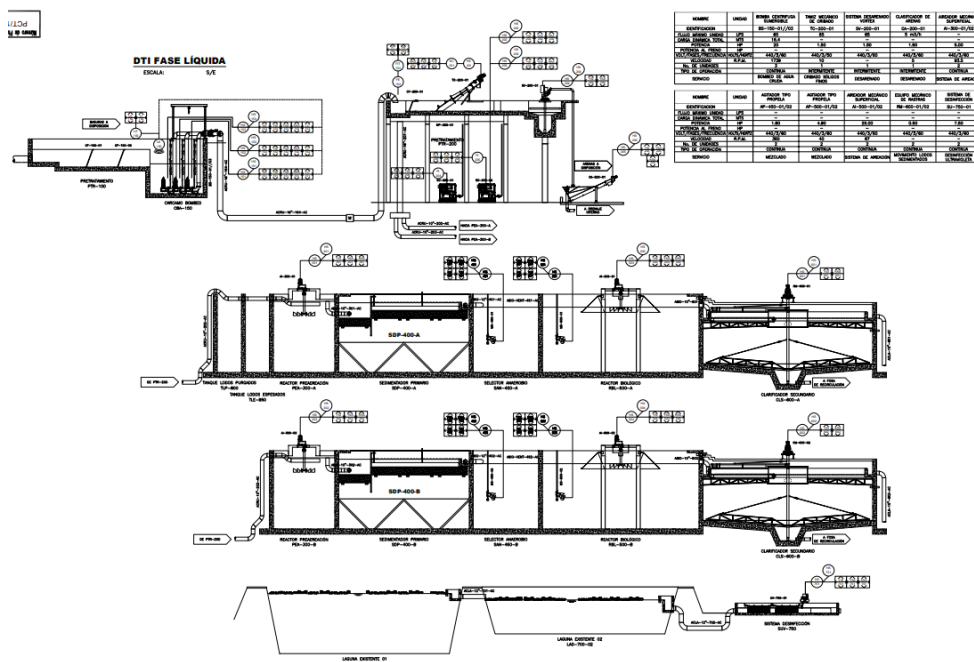


Diagrama de flujo

# TÉRMINOS DE REFERENCIA

## PARTIDA 2



### Listado de equipos de proceso

Part. No.	Descripción	Capacidad / Carga Dimensiones	Fabricante & No de modelo	Motor (hp)	Cantidad
1	Rejilla de limpieza manual	117 Lts/seg @ 25 mm Separación entre barras	Icoequipos	0	1
2	Bombas Centrifugas inatascables para alimentación de agua cruda.	65 Lps @ 16.00 mts	Tsurumi 200 B415	20	3
3	Medidor Parshall caudal influente	5-220 Lts/seg Garganta 9"	EFISA	-	1
4	Sensor de nivel por ultrasonido	0.5 - 3.0 mts	Pepperl + Fuchs	0.01	1
5	Medidor de PH	0.5 - 13 UPH	Asi-Sensors	0.01	1
6	Medidor de Temperatura	0-50° C	GF+Signet	0.01	1
7	Rejilla de limpieza automatica inclinada con compactador integrado	117 Lts/seg @ 6.25 mm de separación	X <sub>2</sub> Solutions	1.5	1
8	Desarenador Centrifugo	180 Lps @ 2.50 mts ø	ICOEQ-180	1.5	1
9	Sopladores para sistema neumático: extracción arenas	1.3 m3/min @ 380 mbar	Aerzen	2	2
10	Sistema neumático para extracción de arenas	5 m3/hr	ICOequipos	-	1
11	Clasificador de Arena Tipo Tornillo	X-GC20@5m <sup>3</sup> /hr	X <sub>2</sub> Solutions	0.50	1
12	Dosificador de Cloruro Ferrico Liquido (Sales de Hierro) para reduccion de Sulfídrico y componentes organicos volatiles para evitar malos olores en el lodo espesado	8 gph	Pulsafeeder	0.40	2
13	Dosificador de polimero para coagulación en el lodo de desecho	25 gph	Pulsafeeder	0.40	2

# TÉRMINOS DE REFERENCIA

## PARTIDA 2



Part. No.	Descripción	Capacidad / Carga Dimensiones	Fabricante & No de modelo	Motor (hp)	Cantidad
14	Aeradores Mecánicos superficiales de Baja Velocidad para montaje en puente fijo.	9 Kgs O <sub>2</sub> /Hr	Astrumaer Pro	5	2
15	Sensores de ORP (Potencial de Oxígeno Reductivo)	- 500 + 500 mV	Hatch	0.01	2
16	Modulos Lamella para sedimentadores primarios	32.5 Lps@80 m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /dia	Hewitech-Alemania	—	2
17	Bombas para recircular y desecho de lodos primarios	24 Lps @ 2.1 mts	Tsurumi 100 B42.2	3	4
18	Valvulas automaticas para control de desecho de lodos primarios	2" Ø	Bray	0.25	2
19	Agitadores Sumergibles para mezcla de selectores biológicos anaerobios	144 m <sup>3</sup> @ 1200 rpm	Landia POD-I	1.8	2
20	Sensores de ORP (Potencial de Oxido Reductivo)	- 500 a + 500 mV.	Hatch	0.01	2
21	Medidores de oxigeno disuelto para reactores biológicos.	0 - 10 mg/l O.D.	Xylem - Global Water	0.01	2
22	Aeradores Mecánicos superficiales de Baja Velocidad para montaje en puente fijo.	41 Kg <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /hr	Astrumaer Pro	25	2
23	Agitadores Sumergibles para mezcla complementaria de	780 m <sup>3</sup> @ 360 rpm	Landia POD-I	4.9	2
Part. No.	Descripción	Capacidad / Carga Dimensiones	Fabricante & No de modelo	Motor (hp)	Cantidad
	reactores biológicos				
24	Clarificadores secundarios	13.00 m Dia. X 3.70 mH	Eurodrive/coequipos	0.5	2
25	Bombas centrifugas inatascables para recirculación de lodos secundarios	18 Lps @ 1.6 m	Tsurumi 100 BZ42.2	3	4
26	Valvulas automaticas para reciclar lodo secundario hacia el tanque de preaeracion/tratamiento primario	2" ø	Bray	0.25	2
27	Bombas centrifugas inatascables para desecho de sobrenadantes secundarios.	5 Lps @ 3 mts	Tsurumi 50U 21.5	2.0	4
28	Bombas centrifugas inatascables para desecho de lodos	10 Lps@1.99 mts	Tsurumi 80B21.5	2.0	4
29	Sistemas para desinfección ultravioleta del efluente	65 Lts/seg@ 240 Col.Fec	Glasco UV	7.5	1
30	Compresor para alimentar aire a sistema de limpieza	2.6 scfm@90 psig	Craftsman CMEC6150K	0.5	1
31	Medidor Parshall caudal efluente	5-220 Lts/seg Garganta 9"	EFISA	—	1
32	Sensor de nivel por ultrasonido	0.5 - 6.0 mts	APG	0.01	1
33	Agitadores Sumergibles para mezcla, tanque de lodos purgados	34 m <sup>3</sup> @1200 rpm	Landia POD-I	1.80	1
34	Bomba de alimentacion de lodos a los espesadores	3.0 m <sup>3</sup> /hr@ 2 bar	Sydex	1	2

## TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



Part. No.	Descripción	Capacidad / Carga Dimensiones	Fabricante & No de modelo	Motor (hp)	Cantidad
35	Espesadores de Tambor	3 m <sup>3</sup> /hr @ 35Kgs ss/hr	Solid Water-Finlandia	0.5	2
36	Sistema alim. Polimeros	0.5 Lps	Nalco Poly-Fdr	0.15	2
37	Bombas cavidad progresiva alimentación de polimeros.	0.5 Lps @ 10 m	Pulsafeeder	0.10	2
38	Bomba centrífuga vertical para retrolavado de espesador rotativo	2.4 m <sup>3</sup> /hr@ 4 bar	Grundfos	0.75	2
39	Bombas centrífugas inatascables para lodo espesado hacia digestor anaerobio de lodos	1.8 Lps @ 7.90 mts	Tsurumi SOC 2.75 S	1.0	2
40	Sistema de mezclado mecanico por bombeo / digestor anaerobio, incluye una bomba de reserva	250 m3 @ 4%	Landia MPTK-I	3.6	2
41	Paquete de seguridad, control y quemador de biogas	99.80 m3/día Flujo promedio	Groth	—	1
42	Agitador sumergible para mezcla, tanque de lodos digeridos	200 m <sup>3</sup> @ 1200 rpm	Landia POD-I	1.80	1
43	Bombas de alimentacion para filtro prensa	6 m <sup>3</sup> /hr@ 2 bar	Sydex	2	1
44	Filtro prensa tipo banda 1,000 mm	140 kg/hr*mt	Solid Water-Finlandia	1.0	1
45	Bomba centrífuga vertical en linea para retrolavado de bandas	4.2 m <sup>3</sup> /hr@ 6 bar	Grundfos	2.0	1
46	Compresor para alimentar aire a sistema tensado de bandas	2.6 scfm@90 psig	Craftsman CMEC6150K	0.5	1
47	Panel de control eléctrico para todos los equipos y accesorios en Filtro Banda.	E1000	Siemens	0.1	1
48	Transductores de corriente para medir el amperaje consumido por cada equipo	0 - 50 A	SZT15-CH-420E	0.01	60
49	Control electrónico automático computarizado ajustable para operación del sistema, automatización de toda la planta de de tratamiento por proceso SCADA y adquisición de datos, red de cableado y panel de control con PLC e interfase a computadora PC.	65 Lts/seg @ DBO5=381 mg/l	Wonderware/Siemens	0.25	1
Total HP instalado =				<u>216.85</u>	

### 22.- Tala, Municipio de Tala

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Tala, cabecera municipal, geográficamente se localiza en la latitud 20° 54' 6.97" N, 103° 49' 47.32" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados, humedales y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 75 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B" y reusó en servicios al público contacto directo y riego agrícola.

PARÁMETROS	RÍOS
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Uso público urbano (B)
	Promedio Mensual
Temperatura °C (Instantáneo)	<40
Grasas y Aceites (Muestras simples, promedio ponderado)	15
Materia Flotante (Ausente)	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	75
Demanda Bioquímica de Oxígeno <sub>5</sub> (mg/l)	75
Nitrógeno Total (mg/l)	40
Fósforo Total (mg/l)	20
Coliformes Fecales	NMP/100 ML
Huevos de Helminto (H/l)	<1
Arsénico (mg/l)	0.1
Cadmio (mg/l)	0.1
Cianuro (mg/l)	1.0
Cobre (mg/l)	4.0
Cromo (mg/l)	0.5
Mercurio (mg/l)	0.005
Níquel (mg/l)	2.0
Plomo (mg/l)	0.2
Zinc (mg/l)	10

## Descripción de los procesos de tratamiento

### Pretratamiento:

Se compone de dos canales uno en operación y el segundo en mantenimiento.

Cuenta con compuertas para distribuir el sentido del flujo y rejillas para separación de sólidos gruesos y medios, abertura promedio de 25 mm para retención de sólidos flotantes como bolsas de plástico, palos, botellas, pedazos de tela, etc.

Cuenta también con dos canales desarenadores, en los cuales se controla la velocidad del agua para sedimentar sólidos hasta de 0.5 mm de diámetro, entre los que se incluye materia orgánica y arenas.

#### **Cárcamo de bombeo**

Unidad de concreto para almacenar el agua cruda que será enviada a proceso de tratamiento, cuenta con dos equipos en operación y uno de reserva, con potencia de 5 HP, conectadas a un múltiple de descarga y sistema de izaje de extracción para el mantenimiento preventivo o correctivo.

#### **Tanque reactor biológico aerobio**

El flujo de agua proveniente del cárcamo de bombeo ingresa a la zona anóxica de este proceso para la remoción de nitrógeno, seguido se encuentra el reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo de este tanque para ser concentrados y enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia un canal en donde se encuentran instalados una serie de paneles con lámparas de luz ultravioleta con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

##### **Digestor de lodos para estabilización**

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro de tornillo) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de las unidades de proceso, PTAR Tala



**TÉRMINOS DE REFERENCIA**  
**PARTIDA 2**

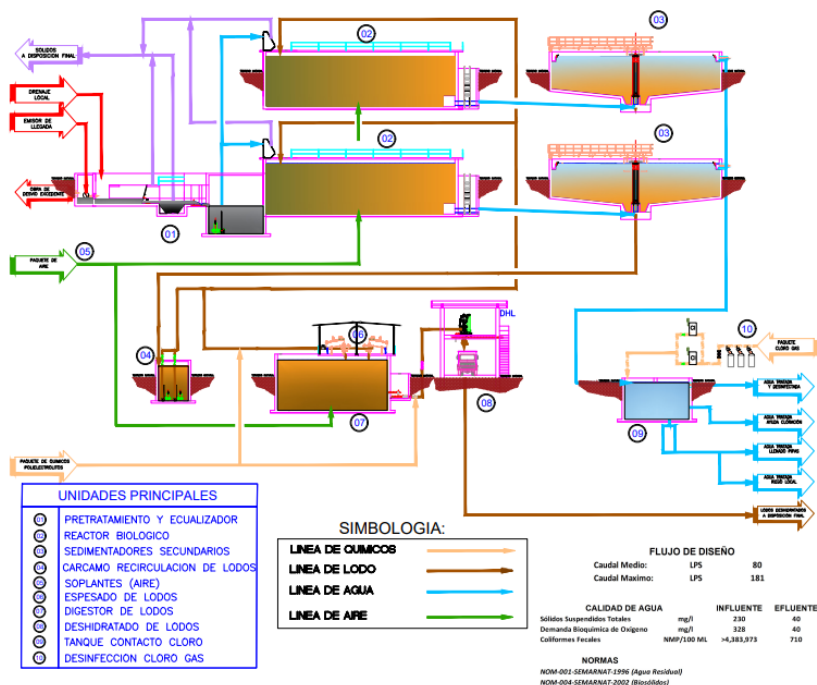


**Comisión Estatal del  
Agua Jalisco**



Diagrama de flujo

# TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



## Listado de equipos de proceso

Clave	Nombre	Servicio	Voltaje	HP	Watts
BS-AC-01	Bomba de agua cruda	Emergencia	V-3f	480	15,542
BS-AC-02	Bomba de agua cruda	Emergencia	V-3f	480	15,542
SP-01	Soplador de tornillo rotativo	Emergencia	V-3f	480	54,058
BC-CL-01	Bomba agua tratada	Emergencia	V-3f	480	3,291
<b>Tablero emergencia, Suma =</b>					<b>88,432</b>
BS-AC-03	Bomba de agua cruda	Normal	V-3f	480	15,542
BS-RL-01	Bomba lodos recirculación	Normal	V-3f	480	5,485
BS-RL-02	Bomba lodos recirculación	Normal	V-3f	480	5,485
BC-CP-01	Bomba lodos digeridos	Normal	V-3f	480	3,291
DL-01	Deshidratador	Normal	V-3f	480	N/A
MZ-01	Agitador para polímero	Normal	V-3f	480	2,072
BS-A-01	Bomba centrífuga sumergible	Normal	V-3f	480	1,170
SED-01	Equipo mecánico de rastras	Normal	V-3f	480	550
SED-02	Equipo mecánico de rastras	Normal	V-3f	480	550
SP-02	Soplador de tornillo rotativo	Normal	V-3f	480	54,058
BC-CL-02	Bomba agua tratada	Normal	V-3f	480	3,291
BC-SER-01	Bomba agua tratada	Normal	V-3f	480	7,314
DL-01	Deshidratador de lodos	Normal	V-3f	480	750
DL-02	Deshidratador de lodos	Normal	V-3f	480	750
EL-01	Espesador de lodos	Normal	V-3f	480	1,170
EL-02	Espesador de lodos	Normal	V-3f	480	1,170
BD-EL-01	Bomba dosificadora polímero espesador	Normal	V-1f	115	0.75
BD-DL-01	Dosificador polímero p/deshidratado	Normal	V-1f	115	0.75
<b>Tablero normal, Suma =</b>					<b>102,579</b>

BS-RL-03	Bomba lodos recirculación	Stand-by	V-3f	480	5	5,485
BC-CP-02	Bomba lodos digeridos	Stand-by	V-3f	480	3	3,291
MZ-02	Agitador para polímero	Stand-by	V-3f	480	2	2,072
BS-A-02	Bomba centrífuga sumergible	Stand-by	V-3f	480	1	1,170
BC-SER-02	Bomba agua tratada	Stand-by	V-3f	480	7.5	7,314
BD-EL-02	Bomba dosificadora polímero espesador	Stand-by	V-1f	115	0.75	933
BD-DL-01	Dosificador polímero p/deshidratado	Stand-by	V-1f	115	0.75	933
<b>Equipo en Stand-by, Suma =</b>						<b>12,019</b>
SP-03	Soplador de tornillo rotativo	Reserva	V-3f	480	60	54,058
<b>Equipo en reserva, Suma =</b>						<b>54,058</b>
TRO-SECO	Transformador seco 220/127	Emergencia	V-3f	220		
3 pza	Equipo aire-acon, 2,575 W c/u	Emergencia	V-2f	220		7,725
26 pza	Luminaria led lineal, 40 W c/u	Emergencia	V-1f	127		1,040
9 pza	Luminaria led lineal, 11 W c/u	Emergencia	V-1f	127		99
33 pza	Spot Led 6 W c/u	Emergencia	V-1f	127		198
3 pza	Spot Led 3 W c/u	Emergencia	V-1f	127		9
2 pza	Arbotante muro Led 12 W c/u	Emergencia	V-1f	127		24
48 pza	Contacto duplex, 162 W c/u	Emergencia	V-1f	127		7,776
1 pza	Contacto 2f, 500 W c/u	Emergencia	V-2f	220		500
17 pza	Lum-Led poste, 2f 75 W c/u	Emergencia	V-2f	220		1,275
<b>Carga para sistema 220/127 V, Suma =</b>						<b>18,646</b>
<b>Motores planta, sistema 127 V, Suma =</b>						<b>3,732</b>
<b>Carga total 220/127 V, Suma =</b>						<b>22,378</b>

### Concentrado de carga conectada en PTAR Tala

Motores planta, en tablero sistema emergencia	97,696 Watts
Motores planta, en tablero sistema normal	104,444 Watts
Motores planta, en tablero sistema normal stand-by	13,384 Watts
Carga para oficinas y otros edificios, sistema 220/127 Volts	18,646 Watts
Suma	234,670 Watts

Motores planta, equipo de reserva 54.058 Watts



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

**23.- Tequila, Municipio de Tequila**

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Tequila, cabecera municipal, geográficamente se localiza en la latitud 20° 54' 6.97" N, 103° 49' 47.32" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados, humedales y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 75 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "B" y reusó en servicios al público contacto directo y riego agrícola.

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	Grados Celsius	<40
pH	Unidades	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	15
Sólidos Sedimentables	ML/l	1
Sólidos Suspendedos	Mg/l	75
Totales		
DBO <sub>5</sub> Total	Mg/l	75
Nitrógeno Total	Mg/l	40
Fósforo Total	Mg/l	20
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	<1000
Huevos de Helminto	Numero por litro	< 1
Arsénico Total	Mg/l	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.1
Cianuros Total	Mg/l	1.0
Cobre Total	Mg/l	4.0
Cromo Total	Mg/l	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.2
Níquel Total	Mg/l	2.0
Zinc Total	Mg/l	10

## **Descripción de los procesos de tratamiento**

### **Pretratamiento:**

Se compone de dos canales uno en operación y el segundo en mantenimiento.

Cuenta con compuertas para distribuir el sentido del flujo y rejillas para separación de sólidos gruesos y medios, abertura promedio de 25 mm para retención de sólidos flotantes como bolsas de plástico, palos, botellas, pedazos de tela, etc.

Cuenta también con dos canales desarenadores, en los cuales se controla la velocidad del agua para sedimentar sólidos hasta de 0.5 mm de diámetro, entre los que se incluye materia orgánica y arenas.

### **Cárcamo de bombeo**

Unidad de concreto para almacenar el agua cruda que será enviada a proceso de tratamiento, cuenta con dos equipos en operación y uno de reserva, con potencia de 5 HP, conectadas a un múltiple de descarga y sistema de izaje de extracción para el mantenimiento preventivo o correctivo.

### **Tanque reactor biológico aerobio**

El flujo de agua proveniente del cárcamo de bombeo ingresa a la zona anóxica de este proceso para la remoción de nitrógeno, seguido se encuentra el reactor biológico aerobio de tipo lodos activados, en esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

### **Sedimentación secundaria**

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo de este tanque para ser concentrados y enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

### **Desinfección**

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia un canal en donde se encuentran instalados una serie de paneles con lámparas de luz ultravioleta con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

### **Medición del efluente**

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos de la norma oficial vigente NOM-001-SEMARNAT-2021.

## **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

### **Espesamiento**

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

### **Digestor de lodos para estabilización**

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a CO<sub>2</sub>. Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

### **Desaguado**

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro de tornillo) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida ente 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

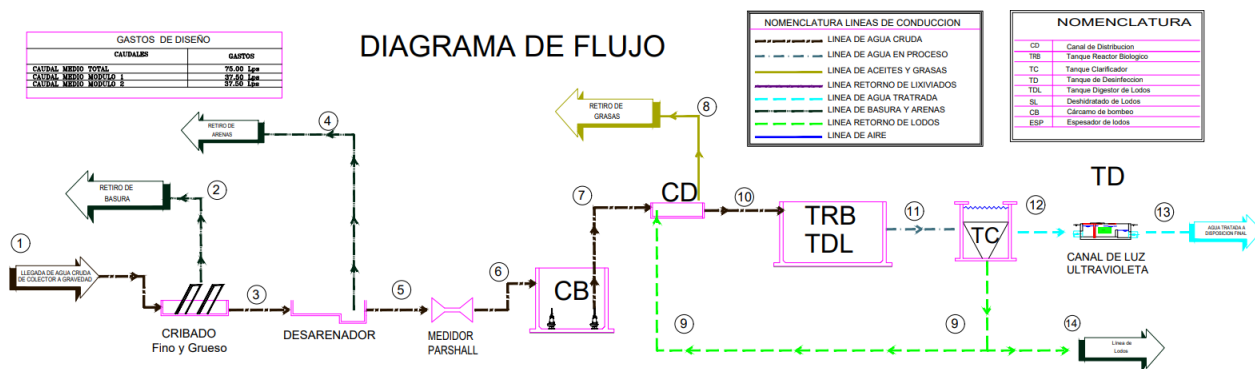


Sembrado general de las unidades de proceso, PTAR Tequila

TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2



Diagrama de flujo



Listado de equipos de proceso PTAR Tequila

# TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



CIRCUITO	Descripción	Ubicación	Cantidad	VA (unitario)	VA	VA (circuito)	FASES		
							A	B	C
1	Bomba 15 HP	Bomba Carcamo 1	1	12433.33	12433.33	12433.33	22.00	22.00	22.00
2	Bomba 15 HP	Bomba Carcamo 2	1	12433.33	12433.33	12433.33	22.00	22.00	22.00
3	Bomba 15 HP	Bomba Carcamo 3	1	12433.33	12433.33	12433.33	22.00	22.00	22.00
4	Bomba 15 HP (Reserva)	Bomba Carcamo 4	1	12433.33	12433.33	12433.33	22.00	22.00	22.00
5	Bomba 3 HP	Bomba Clarificador 1	1	2486.67	2486.67	2486.67	4.00	4.00	4.00
6	Bomba 3 HP	Bomba Clarificador 2	1	2486.67	2486.67	2486.67	4.00	4.00	4.00
7	Bomba 3 HP (Reserva)	Bomba Clarificador 3	1	2486.67	2486.67	2486.67	4.00	4.00	4.00
8	Bomba 3 HP (Reserva)	Bomba Clarificador 4	1	2486.67	2486.67	2486.67	4.00	4.00	4.00
9	Equipo UV	Equipo Desinfectacion UV 1	1	6216.67	6216.67	6216.67	7.48	7.48	7.48
10	Bomba 7.5 HP	Bomba Agua Tratada 1	1	6111.11	6111.11	6111.11	11.00	11.00	11.00
11	Bomba 7.5 HP (Reserva)	Bomba Agua Tratada 2	1	6111.11	6111.11	6111.11	11.00	11.00	11.00
12	Bomba 1.5 HP	Bomba Espesador De Lodos 1	1	1243.33	1243.33	1243.33	3.50	3.50	3.50
13	Bomba 1.5 HP (Reserva)	Bomba Espesador De Lodos 2	1	1243.33	1243.33	1243.33	3.50	3.50	3.50
14	Bomba 1.5 HP	Bomba Espesador De Lodos 1	1	1243.33	1243.33	1243.33	3.50	3.50	3.50
15	Bomba 1.5 HP (Reserva)	Bomba Espesador De Lodos 2	1	1243.33	1243.33	1243.33	3.50	3.50	3.50
16	Equipo Desaguado	Equipo Desaguado De Lodos	1	3277.78	3277.78	3277.78	3.94	3.94	3.94
17	Soplador 75 HP	Soplador 1	1	61766.67	61766.67	61766.67	92.00	92.00	92.00
18	Soplador 75 HP	Soplador 2	1	62166.67	62166.67	62166.67	92.00	92.00	92.00
19	Soplador 75 HP	Soplador 3	1	62166.67	62166.67	62166.67	92.00	92.00	92.00
20	Soplador 75 HP (Reserva)	Soplador 4	1	62166.67	62166.67	62166.67	92.00	92.00	92.00
21	TR-SECO	CDC en Cuarto de sopladores	1	30000.00	30000.00	30000.00	36.08	36.08	36.08
CCM							TOTAL (Amp.)	415.50	415.50
							DESBALANCE (%)	A-B	B-A
							Total KVA	276.47	276.47
							Total KW	246.82	246.82

## 24.- Tototlán, Municipio de Tototlán

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la cabecera municipal de Tototlán, geográficamente se localiza en la latitud 20° 31 ' 54.93" N, y longitud 102° 46 ' 25.85" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 26 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.



PTAR Tototlán, 20° 31 ' 54.93" N, 102° 46 ' 25.85" O, a 1543 msnm.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para cuerpo receptor tipo "C", para reúso en servicios al público y riego agrícola.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

PARAMETRO	UNIDADES	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO DIARIO	LIMITES PERMISIBLES VALORES PROMEDIO MENSUAL
Temperatura	Grados Celsius	<30	<30
pH	Unidades	Entre 6.5 y 8.5	Entre 6.5 y 8.5
Grasas y Aceites	Mg/l	25	15
Sólidos Sedimentables	Ml/l	2	1
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/l	60	40
DBO5 Total	Mg/l	60	30
Nitrógeno Total	Mg/l	25	15
Fósforo Total	Mg/l	10	5
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	2,000	1,000
Arsénico Total	Mg/l	0.2	0.1
Cadmio Total	Mg/l	0.2	0.1
Cianuros Total	Mg/l	2.0	1.0
Cobre Total	Mg/l	6.0	4.0
Cromo Total	Mg/l	1.0	0.5
Mercurio Total	Mg/l	0.01	0.005
Plomo Total	Mg/l	0.4	0.2
Níquel Total	Mg/l	4.0	2.0
Zinc Total	Mg/l	20.0	10

#### Descripción del Tren de Tratamiento de Agua

El proceso de lodos activados es una forma de tratamiento donde el agua residual y el lodo biológico o activado formado por una población heterogénea de microorganismos, son mezclados y aireados en un tanque o reactor; para posteriormente ser separados mediante sedimentación y recircularlos dentro del sistema.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica del agua residual, la que sirve de alimento para su propio crecimiento y reproducción. A medida que la población de microorganismos aumenta, se agrupa y forma flóculos para producir una masa activa llamada lodo activado.

El lodo activado es de color café, cuando es sano huele a “tierra mojada”, presenta una estructura granular y sedimenta rápidamente.

El agua residual que ingresa continuamente al tanque de aireación del sistema, se une con los lodos activados recirculados provenientes del sedimentador secundario, donde el aire es introducido para realizar una mezcla completa y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual que se produce en el tanque de aireación, se llama “licor mezclado”, el cual se envía a un tanque de sedimentación secundario o clarificador donde el agua se decanta para posteriormente ser desinfectada, y parte del lodo activado sedimentado se recircula, el sobrante se envía a tratamiento o disposición.

El aire es introducido al tanque de aireación, ya sea mediante difusores que se colocan en el fondo o por aireadores mecánicos superficiales los que pueden ser fijos, ubicados sobre plataformas o flotantes.

El agua a tratar y el lodo activado recirculado entran en el tanque de aireación y se mezclan con aire disuelto o con agitadores mecánicos. El suministro del aire suele ser uniforme a lo largo de toda la longitud del canal. Durante el período de aireación, se produce la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica. Los sólidos del lodo activado se separan en un sedimentador secundario, los tiempos de retención hidráulica varían entre 4 a 8 horas.

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### Pretratamiento

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### Medición del efluente

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

#### Espesamiento

Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque espesador. En esta unidad se concentran los lodos, reduciendo su contenido de humedad con lo que se disminuye de forma importante el flujo volumétrico de lodos. El agua retirada de los lodos se envía hacia las etapas iniciales del tren de tratamiento de agua.

#### Estabilización

Los lodos espesados se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a  $\text{CO}_2$ . Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

#### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico (filtro banda) donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida entre 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.



Sembrado general de la PTAR Tototlán

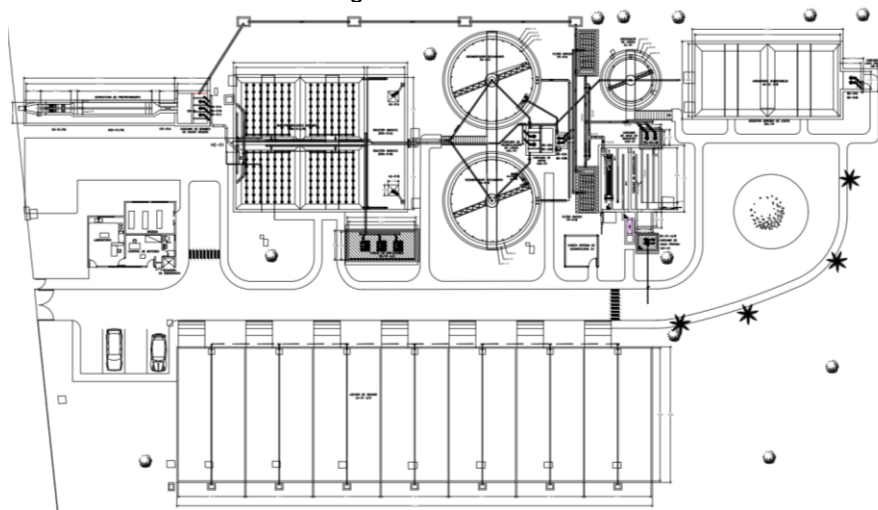
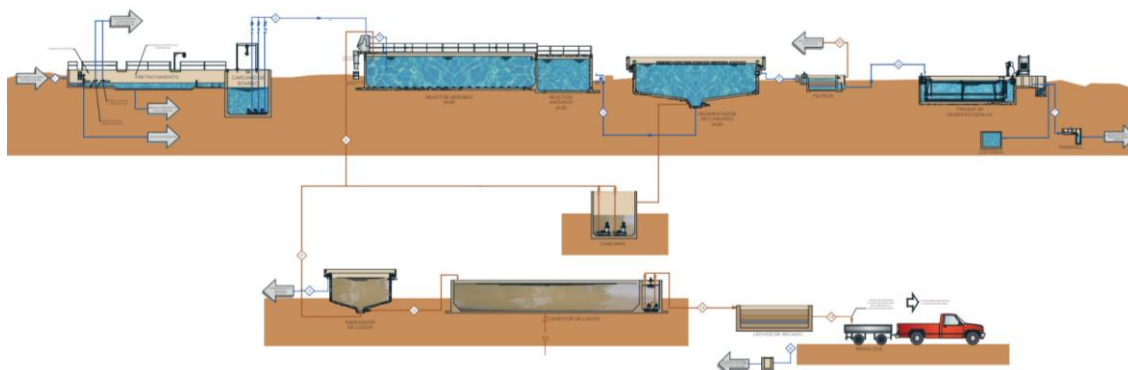


Diagrama de flujo



Listado de equipos en operación PTAR Tototlán

## TÉRMINOS DE REFERENCIA PARTIDA 2



**Comisión Estatal del  
Agua Jalisco**

CF-01	Fuerza	M-01	BS-01 A	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Operación	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-02	Fuerza	M-02	BS-01 B	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Operación	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-03	Fuerza	M-03	BS-01 C	Bomba sumergible de alimentación	Bomba	Stand By	Arrancador suave	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-04	Fuerza	M-04	SO-01 A	Soplador para Reactor Biológico 1	Soplador	Operación	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-05	Fuerza	M-05	SO-01 B	Soplador para Reactor Biológico 2	Soplador	Operación	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-06	Fuerza	M-06	SO-01 C	Soplador para Reactor Biológico 1,2	Soplador	Stand By	Variador	3	440	20.00	14.92	17.55
CF-07	Fuerza	M-07	BS-02 A	Bomba de recirculación y purga de lodos biológicos	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-08	Fuerza	M-08	BS-02 B	Bomba de recirculación y purga de lodos biológicos	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-09	Fuerza	M-09	TOR-01 A	Tornamesa para rastras en sedimentador secundario 1	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-10	Fuerza	M-10	TOR-01 B	Tornamesa para rastras en sedimentador secundario 2	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-11	Fuerza	M-11	UV-01 A	Sistema de desinfección con luz UV	Tablero	Operación	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-12	Fuerza	M-12	TOR-02	Tornamesa para rastra de espesador de lodos	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	0.50	0.37	0.44
CF-13	Fuerza	M-13	AS-01 A	Aireadores sumergible para Digestor de Lodos 1	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	10.00	7.46	8.78
CF-14	Fuerza	M-14	AS-01 B	Aireadores sumergible para Digestor de Lodos 2	Motoreductor	Operación	Tensión Plena	3	440	10.00	7.46	8.78
CF-15	Fuerza	M-15	BS-03 A	Bomba para natas de sedimentador secundario 1	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-16	Fuerza	M-16	BS-03 B	Bomba para natas de sedimentador secundario 2	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	2.70	2.01	2.37
CF-17	Fuerza	M-17	BS-04 A	Bomba de lodo digerido	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-18	Fuerza	M-18	BS-04 B	Bomba de lodo digerido	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	4.00	2.98	3.51
CF-19	Fuerza	M-19	BC-01 A	Bomba de agua tratada	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	7.50	5.60	6.58
CF-20	Fuerza	M-20	BC-01 B	Bomba de agua tratada	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	7.50	5.60	6.58
CF-21	Fuerza	M-21	BS-05 A	Bomba de retrolavado de filtro abierto	Bomba	Operación	Tensión Plena	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-22	Fuerza	M-22	BS-05 B	Bomba de retrolavado de filtro abierto	Bomba	Stand By	Tensión Plena	3	440	15.00	11.19	13.16
CF-23	Fuerza	M-23	AG-01 A	Agitador sumergible Reactor Anóxico	Agitador	Operación	Tensión Plena	3	440	5.70	4.25	5.00
CF-24	Fuerza	M-24	AG-01 B	Agitador sumergible Reactor Anóxico	Agitador	Operación	Tensión Plena	3	440	5.70	4.25	5.00
<b>127 V</b>												
CC-01	Control	C-01	LIT-001	Medidor de flujo ultrasónico en influente	Tablero	Operación			127			
CC-02	Control	C-02	LIT-002	Medidor de flujo ultrasónico en efluente	Tablero	Operación			127			
CC-03	Control	C-03	AIT D-01	Sensor de Oxígeno A	Switch Principal	Operación			127			
CC-04	Control	C-04	AIT D-02	Sensor de Oxígeno B	Switch Principal	Operación			127			

Totalizado de Cargas				
Operación	HP	KW	KVA	A
Operación	138.80	103.54	121.82	170.36
Stand By	68.20	50.88	59.86	83.70
Futuro	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>207.00</b>	<b>154.42</b>	<b>181.67</b>	<b>254.06</b>

### 25.- Copalita, Municipio de Zapopan

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad de Copalita en el municipio de Zapopan. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados y tratamiento de lodos.

Planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para 1 l/s, fue diseñado para tratar agua residual de tipo municipal.

El sistema de tratamiento es del tipo biológico secundario de lodos activados y poder verter un agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Descripción del proceso de tratamiento

El tren del proceso de tratamiento se describe a continuación y se compone de la siguiente manera:

#### Pretratamiento

El agua residual se conduce un sistema de cribas gruesas donde se elimina basura y sólidos de gran tamaño. El efluente se conduce a unidades de desarenación tipo canales donde se eliminan arenas y sólidos de características abrasivas.

#### Tratamiento biológico

El caudal efluente del tratamiento primario se envía hacia un reactor biológico de tipo lodos activados. En esta unidad se realiza la eliminación de la materia orgánica permitiendo que bacterias aerobias realicen la mayor parte de su destrucción. Estas bacterias requieren la adición de aire para suministrar el oxígeno que se requiere para su desarrollo.

#### Sedimentación secundaria

El efluente del reactor biológico se conduce a un tanque de sedimentación secundaria donde se elimina la mayor parte de los microorganismos que se formaron en el reactor biológico. Los microorganismos (lodos secundarios) se concentran en el fondo del tanque de sedimentación secundaria para enviarlos posteriormente a tratamiento de lodos.

#### Desinfección

El efluente de la unidad de sedimentación secundaria se envía hacia el tanque de contacto donde se le añade una solución de cloro con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos.

#### Medición del efluente



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200

El efluente desinfectado se envía hacia un canal tipo Parshall equipado con medición automática de caudal. El efluente del canal Parshall se puede enviar al cuerpo receptor, cumpliendo con los requerimientos para su envío a un río y cumpliendo la normatividad ambiental vigente.

#### **Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos**

##### Digestor aerobio, estabilización

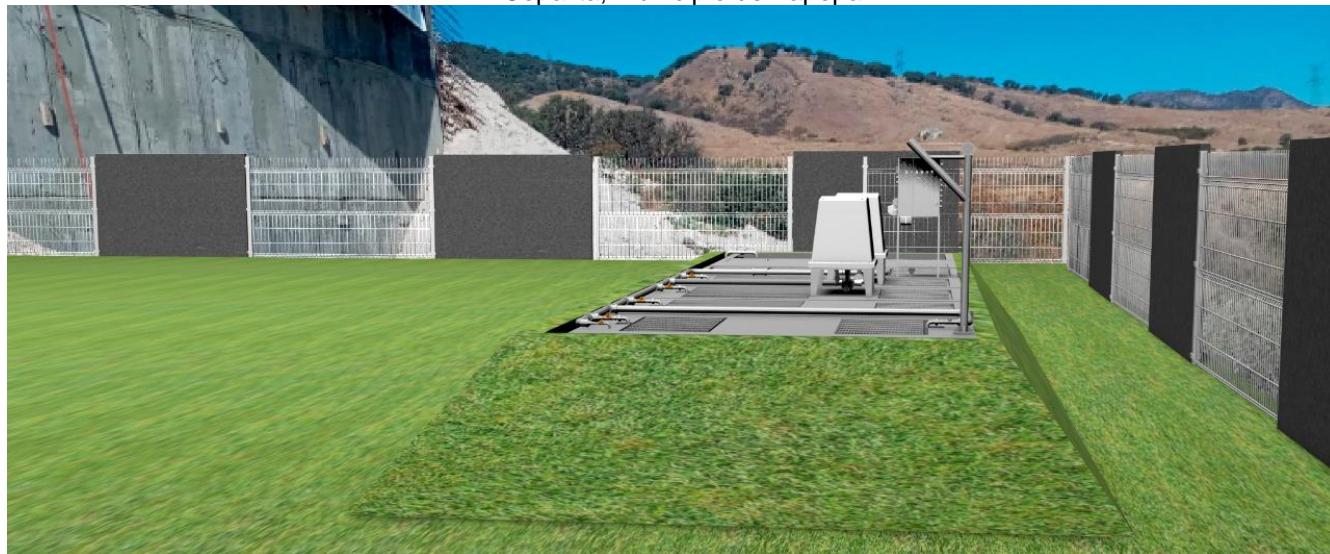
Los lodos que se retiran en los sedimentadores primario y secundario se envían hacia un tanque para su estabilización mediante digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a  $\text{CO}_2$ . Se adiciona aire mediante sopladores a un sistema de difusores en el fondo del tanque para suministrar el oxígeno que se requiere para la oxidación de la materia orgánica de los lodos. Los lodos digeridos ya dejan de generar olores molestos y pueden enviarse a disposición final o reusó.

##### Desaguado

Los lodos estabilizados se envían hacia una unidad de desaguado mecánico donde se elimina la mayor cantidad posible de agua produciendo un lodo de consistencia sólida, con un contenido de materia suspendida entre 14 y 18%. De esta forma se minimizan el volumen producido de lodos, disminuyendo el costo de envío a disposición final.

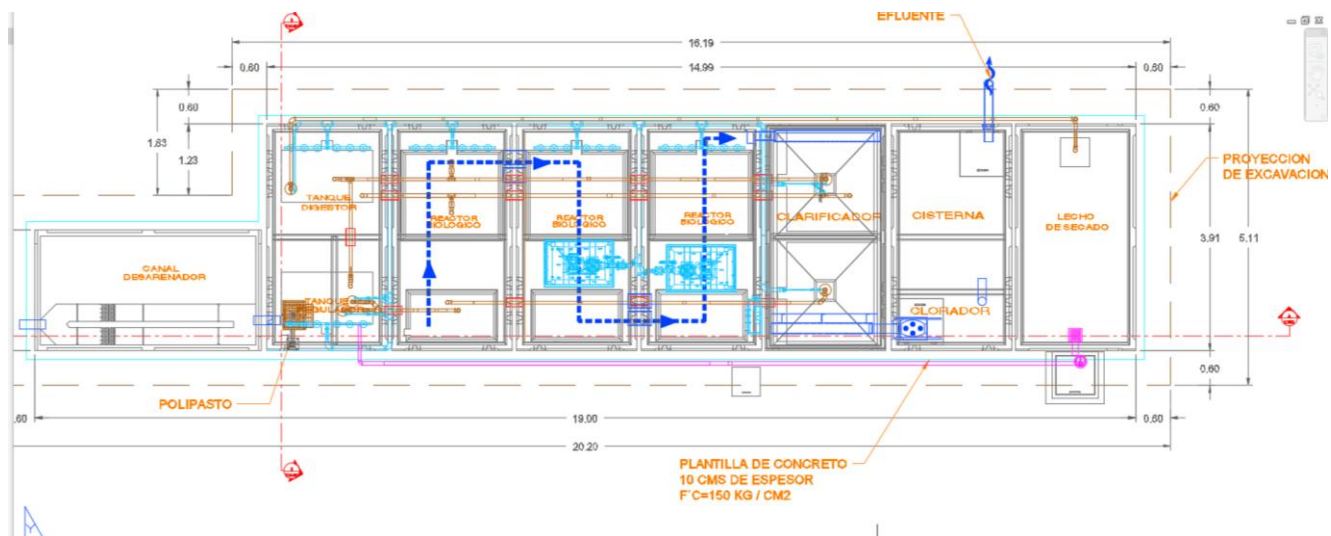
Los lodos producidos en el sistema de desaguado se pueden enviar a disposición a un relleno sanitario o utilizarse como mejoradores de suelo agrícola.

PTAR Copalita, municipio de Zapopan

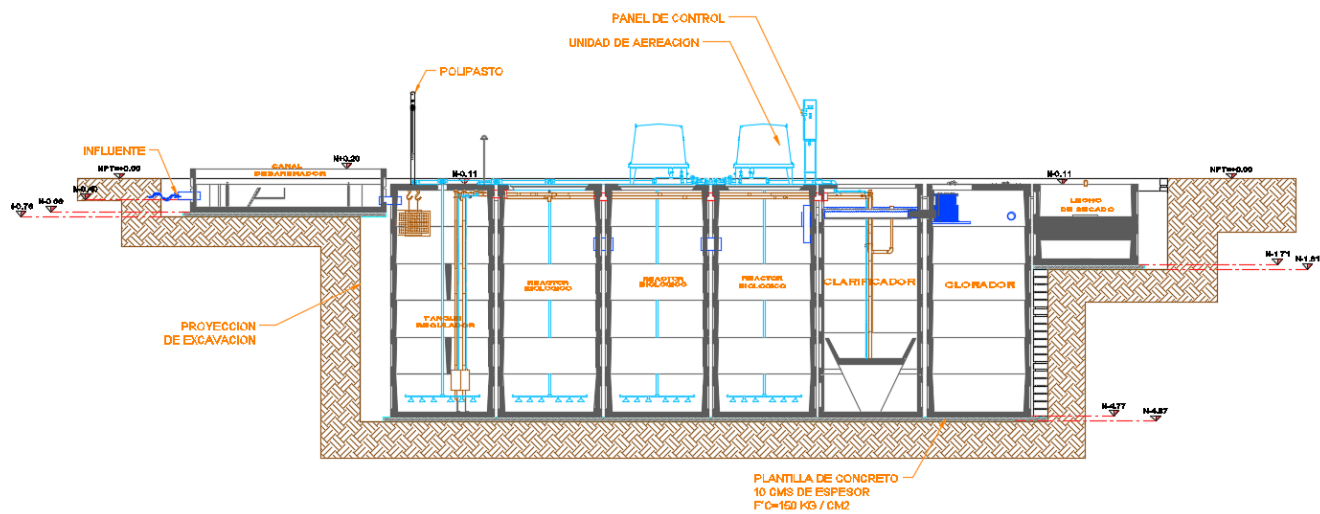


Sembrado general

TÉRMINOS DE REFERENCIA  
PARTIDA 2

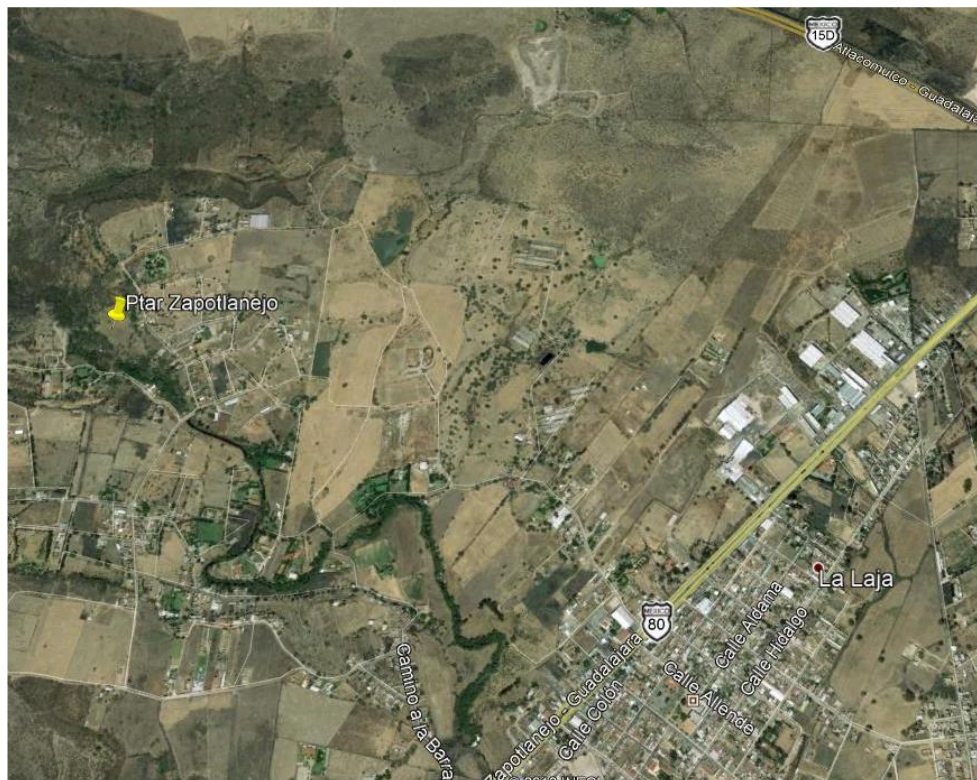


Perfil del sistema de tratamiento



## 26.- 19 localidades, municipio de Zapotlanejo

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Zapotlanejo, geográficamente se localiza en la latitud 20°35'27.54" N y longitud 103°8'19.33" O. Dicha PTAR se basa en un sistema de tratamiento biológico por medio de lodos activados y tratamiento de lodos.



Ubicación de la PTAR Zapotlanejo

El proceso de la PTAR Zapotlanejo se concentra básicamente en un tratamiento por lodos activados, por medio de un Reactor Biológico Secuencial (RBS), este proceso cuenta su unidad de pretratamiento, desinfección y tratamiento de lodos; dicho proceso permite obtener un efluente semejante a proceso de lodos activados con remoción de nutrientes.

El sistema de tratamiento seleccionado tiene capacidad para satisfacer la calidad objetivo que requiere el Río Santiago, cuerpo receptor de la descarga efluente. En esta sección se presentan los criterios técnicos de diseño, seguido del dimensionamiento de las unidades de tratamiento y sus equipos periféricos.

En la siguiente tabla se indican las concentraciones de diseño en el agua residual cruda y el agua tratada, así como los límites máximos permisibles en la normatividad aplicable para el destino del efluente de la PTAR Zapotlanejo.

Parámetro de Diseño	Calidad del Agua Residual Influyente	Calidad Objetivo Efluente PTAR
DBO, mg/l	487.7	30
SST, mg/l	448.9	40
Nitrógeno total, mg/l	33.2	<15
Fósforo total, mg/l	8.0	<5
Grasas y aceites, mg/l	45.13	<15
Coliformes fecales, NMP/100 ml	>2,400	< 1000

El sistema de tratamiento se diseña para un caudal medio de agua residual de 45 l/s con un factor de picos de 1.80, lo que resulta en un caudal pico de 81 l/s.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LA PTAR ZAPOTLANEJO

El esquema general de proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales Zapotlanejo se compone de unidades básicas de tratamiento: pretratamiento, tratamiento biológico, desinfección y tratamiento de lodos por medio de espesado, digestión y desaguado. A continuación, se describe cada una de las unidades de proceso de la PTAR Zapotlanejo.

### 1 Pretratamiento

El agua residual cruda generada en la localidad de Zapotlanejo y poblaciones aledañas, se conduce a través de la red de drenaje, y por medio de una tubería de 24 pulgadas de diámetro ingresa a la caja de llegada ubicada en la unidad de pretratamiento de la PTAR para iniciar su tratamiento.

En la unidad de pretratamiento (UPT) tiene como objetivo remover basura, sólidos grandes y arenas del agua residual para proteger los equipos ubicados en unidades posteriores, para ello cuenta con dos canales de tratamiento; cada canal cuenta con cribado grueso, fino y desarenado horizontal, así como una serie de compuertas para realizar las acciones operativas que se requiera, dado a que solo un canal opera de forma continua y el otro se mantiene de respaldo cuando se requiera realizar labores de mantenimiento.

Cada canal tiene capacidad para tratar hasta 81 l/s, lo cual corresponde al caudal pico. La remoción de basura y sólidos grandes se realiza por su retención en las cribas (gruesas o finas, según corresponda), mientras que las arenas se remueven en el canal desarenador horizontal, donde simplemente se reduce la velocidad del flujo para lograr la sedimentación de la arena por acción de la gravedad. La recolección y extracción de dichos contaminantes se realiza de forma manual.

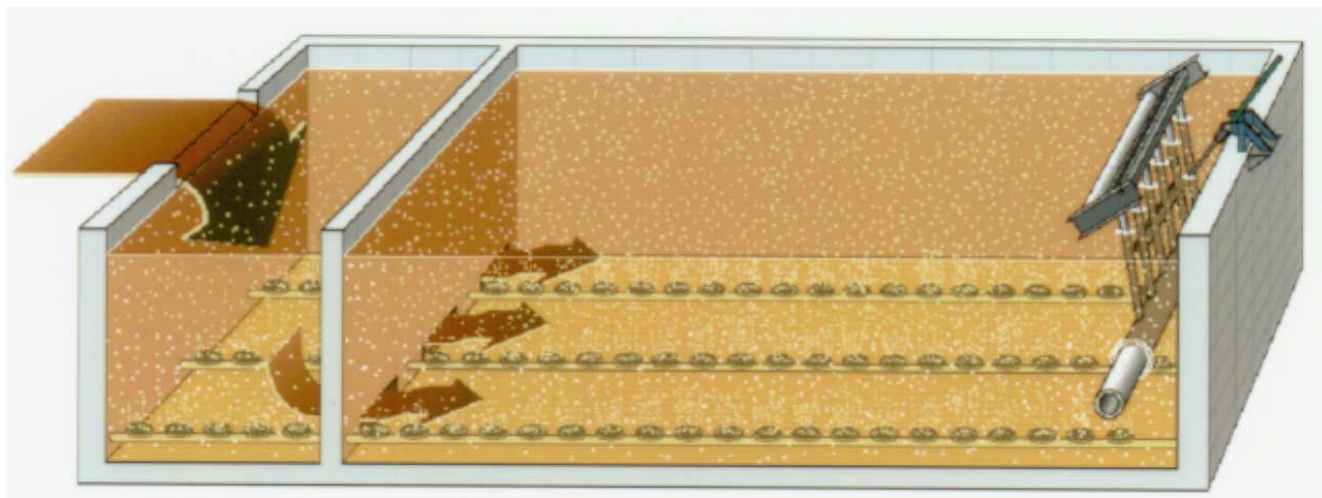
El efluente pretratado ingresa al Cárcamo de Bombeo de Agua Cruda (CBAC), ubicado en la misma estructura, el cual se encarga de transportar el agua pretratada a las unidades de tratamiento biológico por medio de equipos de bombeo.

### 2 Tratamiento biológico

El agua pretratada sale de la unidad de pretratamiento por gravedad al cárcamo, donde, por bombeo se alimenta a los dos reactores biológicos RBS.

El proceso del Reactor Biológico Secuencial (RBS) es una variante del proceso de lodos activados. El RBS permite que los subprocesos de reacción, sedimentación y decantación ocurran secuencialmente en un único tanque. Los ciclos operan continuamente en cada tanque para cumplir la calidad objetivo.

El tanque RBS es una sola cámara, donde se realizan todas las fases del ciclo: reacción y llenado, sedimentación y vaciado.



Reactor Biológico Secuencial (RBS)

### ***Fase de Reacción y Llenado***

Durante parte de la fase de reacción, los contenidos del tanque pueden ser aireados, mezclados anóxicamente, reaccionar anaeróbicamente, o una combinación de estas opciones. Mientras el tanque sigue llenándose, se producen reacciones de oxidación-reducción simultáneamente para tratar las aguas.

Durante el llenado estático, el agua residual influente se añade a la biomasa ya presente en el reactor. El llenado estático no tiene mezcla ni aireación, lo cual significa que se tendrá una alta concentración de sustrato (alimento) una vez se inicie la mezcla.

El llenado con mezcla es llevado a cabo mezclando los compuestos orgánicos del influente con la biomasa, para iniciar así las reacciones biológicas. Durante el llenado con mezcla, las bacterias degradan biológicamente los compuestos orgánicos y utilizan el oxígeno residual u otro compuesto receptor de electrones alterno como los nitratos. En un sistema convencional de remoción biológica de nutrientes, el llenado con mezcla es comparable a la zona anóxica que se utiliza para la desnitrificación.

El llenado con aireación tiene lugar cuando se suministra aire al contenido del reactor para iniciar reacciones aeróbicas que se completan en el paso de Reacción. El llenado con aireación reduce el tiempo requerido para el paso de Reacción.

### ***Fase de Sedimentación***

Durante esta fase, se detiene la agitación del tanque (aireación o mezcla) para permitir que los sólidos se sedimenten y bajen hasta el fondo del tanque. Mientras los sólidos se sedimenten, en la zona más alta y cercana a la superficie, queda una capa de agua clara.

### ***Fase de Vaciado***

Durante la fase de vaciado, el sistema de decantado entra en operación abriendo las válvulas de control y permitiendo que la capa de agua clara salga del tanque. Usualmente, los lodos se purgan del tanque durante esta fase del ciclo.

Un reactor RBS sirve como tanque de homogenización de caudales durante el llenado con agua residual, lo cual permite que el sistema tolere caudales o cargas máximas del influente y los homogenice dentro del reactor.

El sistema RBS no necesita bombas para la recirculación de lodos ni la recirculación interna de la corriente nitrificada, como se requiere en sistemas convencionales de lodos activados. Con el sistema RBS típicamente sólo se maneja un tipo de lodo.

Posteriormente, la carga de agua tratada en el RBS es enviada a un Tanque Regulador de Agua Clara (TRAC) con el propósito de homogenización de caudales, y posteriormente enviar el agua clarificada a la Unidad de Desinfección Ultravioleta (UDUV).

El agua clarificada, es desinfectada en un canal donde se ubica el Equipo de Desinfección UV (EDUV). Se seleccionó esta tecnología por ser efluente tratado de alta calidad con alta transmitancia, lo que hace competitivo al sistema UV, evitando el manejo de cloro, con sus implicaciones ambientales y de riesgo a trabajadores y población. El equipo de desinfección cuenta con lámparas UV de alta intensidad y baja presión y estarán distribuidas en un banco con 2 módulos. El canal tiene dispositivos para mejorar la distribución del flujo y mantener constante el nivel del agua en el canal, además de contar con el sensor de transmitancia para regular la emisión de radiación UV, optimizando así la desinfección y el consumo de energía.

### **Tren de Lodos**

La disposición de los lodos es una de las acciones más problemáticas en el tratamiento tanto de aguas potables como de aguas residuales. El tratamiento de agua produce una cantidad variable de lodos dependiendo de la cantidad de las aguas crudas y del tipo de tratamiento, los lodos se producen en forma líquida o semi-líquida, según el tipo de proceso al cual se haya sometido. Un rango típico de valores del porcentaje de materia seca es del 0.25 al 3 % de sólidos en peso.

Los lodos generados en el reactor biológico secuencial son enviados por bombeo al Tanque de Almacenamiento de Lodos (TAL). Esta unidad tiene el objetivo de almacenar de forma temporal el lodo purgado del RBS, con el fin de alimentar a una tasa regulada el lodo al Equipo de Espesado y Desaguado de Lodo (EEDL); este equipo de tiene la capacidad operativa de espesar lodo y desaguar lodo después de haber sido digerido.

La digestión aerobia de lodos es utilizada ampliamente para estabilizar la materia orgánica contenida en el lodo. El proceso involucra la aireación del lodo por periodos extensos en tanques abiertos. El proceso es similar a uno de lodos activados e involucra la oxidación directa de la materia biodegradable y la oxidación del material celular microbiano.

El lodo espesado cae a gravedad a la unidad de digestión (Digestor Aerobio de Lodos DAL), el cual funciona aeróbicamente, donde se suministra oxígeno por medio de sopladores y el aire se distribuye dentro del digestor mediante un sistema de difusión colocado al fondo del tanque.

Los sólidos efluentes de la digestión son en su mayor parte agua (alrededor del 98 %). A efecto de disminuir el volumen y costos para el transporte, y para la disposición de los lodos, se requiere aumentar su concentración mediante la separación del agua combinada con los sólidos.

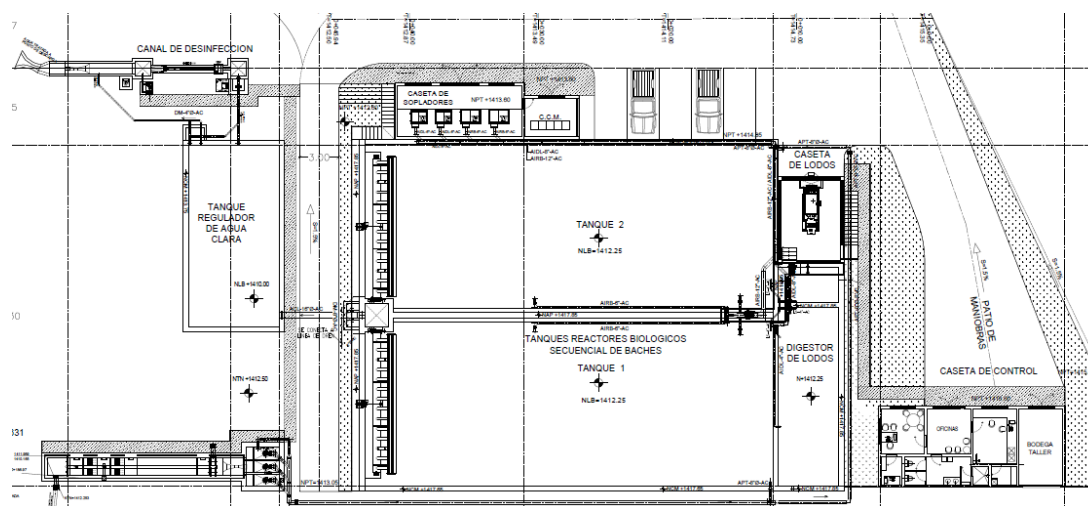
Finalmente, el lodo digerido se envía a la unidad de espesado y desaguado (EEDL), donde se realiza la operación de desaguado de lodo y al concluir este proceso, el lodo seco cae a un contenedor para su posterior disposición.

Los lodos desaguados o biosólidos tienen una concentración de sólidos en el rango del 20 al 24 %, en función del porcentaje de lodo secundario en la mezcla de lodo a digestión, para esto, se dosifica polímero a una tasa de 10 kg por tonelada de SST en el lodo.

El EEDL cuenta con reactor de floculación, preparación y dosificación de polímero y solución de polímero, medición de flujo de lodo y polímero y otros periféricos; estará automatizado y controlado por el tablero de control del paquete del equipo de espesado y desaguado de lodo.

Concepto	Descripción
Pretratamiento	Cribado grueso manual
	Cribado fino manual
	Desarenado horizontal
	Cárcamo de bombeo
Remoción de Fósforo	Asimilación biológica en reactor biológico secuencial
Remoción de Nitrógeno	Fase reacción anóxica en el reactor biológico secuencial
Remoción de DBO	Reactor fase llenado y en fase de reacción en el reactor biológico secuencial
Sedimentación	En el reactor en la fase de sedimentación y extracción de lodos en el reactor biológico secuencial
Desinfección	Radiación Ultravioleta
Espesado de lodo	Espesado mecánico (tornillo prensa)
Estabilización de lodos	Digestión aerobia en digestor aerobio
Desaguado de lodos	Desaguado mecánico (tornillo prensa)

Sistema de Tratamiento PTAR 19 localidades Zapotlanejo



Arreglo General PTAR 19 Localidades Zapotlanejo

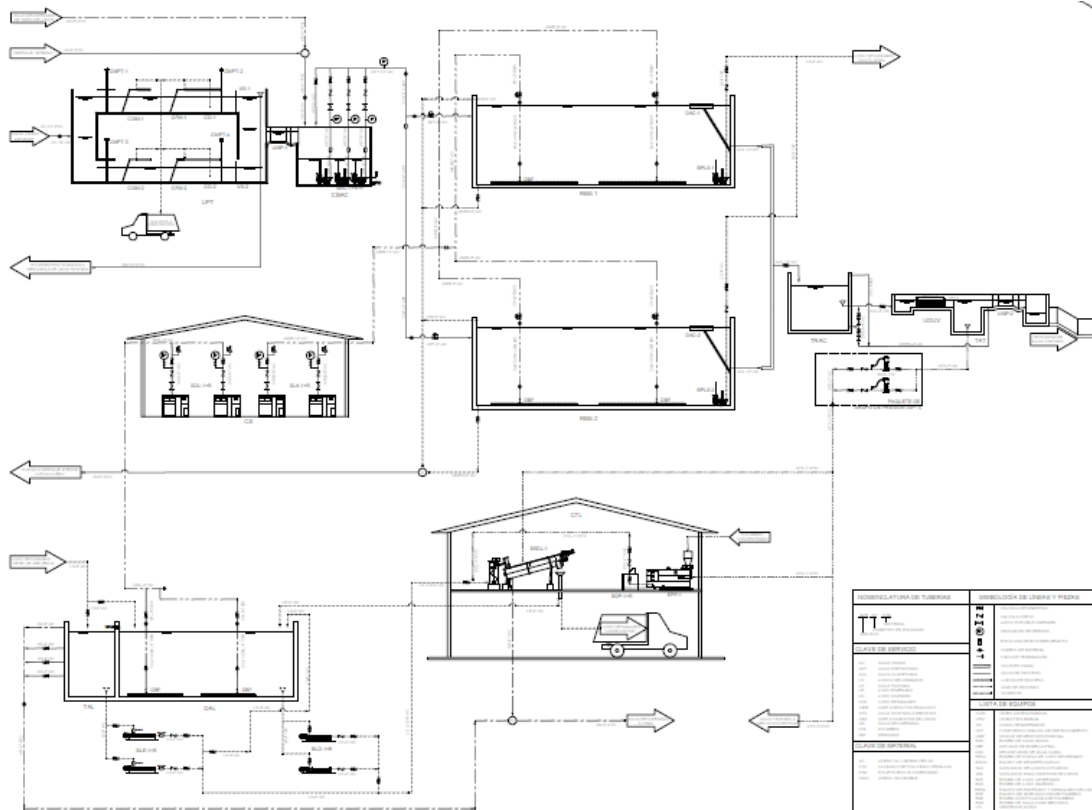
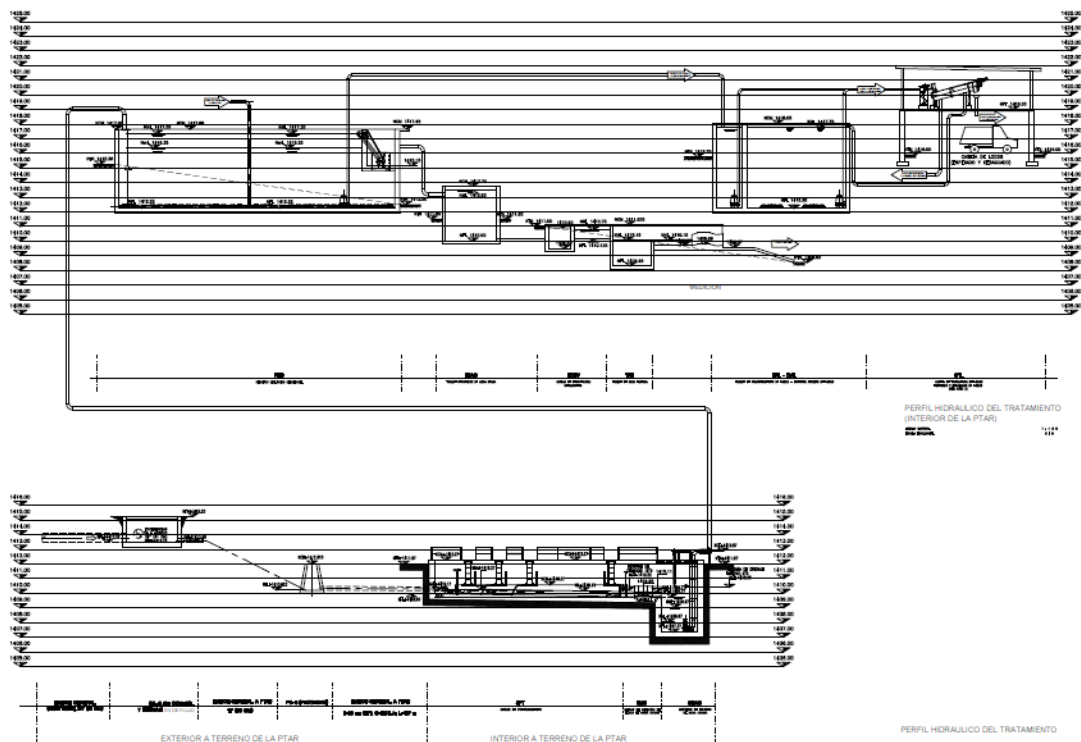


Diagrama de Flujo PTAR 19 Localidades Zapotlanejo



Perfil Hidráulico PTAR 19 Localidades Zapotlanejo

No.	Equipo	Cantidad	Capacidad
1	BOMBA DE AGUA CRUDA	3	15 Hp
2	BOMBA DE PURGA DE LODO SECUNDARIO	2	2 HP
3	BOMBA DE LODO A ESPESADO	1	20 HP
4	BOMBA DE LODO DIGERIDO	1	5.6 kw
5	BOMBA DE GRUPO DE PRESIÓN	2	3 HP
6	COMPLADOR DE AIRE LODOS ACTIVADOS	1	75 HP
7	DECANTADOR ESTÁTICO AGUA CLARA	1	0.37 kw
8	SISTEMA DE DESINFECCIÓN UV	12 LAMPARAS	3,00 w
9	COMPLADOR DE AIRE DIGESTOR DE LODOS	1	40 HP
10	UNIDAD DESAGUADO/ESPESADO DE LODOS	1	22.1 m3/h
11	EQUIPO DE PREPARACIÓN DE POLÍMERO	1	2,000 l/h

## **OBJETIVO.**

Coadyuvar en la etapa de operación y mantenimiento del servicio de tratamiento del agua de las PTAR consideradas, con seguimiento en procedimientos, programas de mantenimiento, de la calidad del agua de entrada y de salida y de su volumen conforme a lo indicado en la normatividad ambiental vigente, en apego a los requisitos y compromisos contractuales adquiridos por la empresa concesionaria.

## **ALCANCES GENERALES**

La CEAJ requiere de la contratación del servicio para la operación de las plantas aquí señaladas, por una empresa especializada que auxilie en la operación y mantenimiento, en las funciones y actividades que se describen en este instrumento o las que en su momento considere ampliar o modificar; sin demérito de las obligaciones y responsabilidades de la empresa prestadora de servicios. Asimismo, podrá proponer, en caso necesario, mejoras a los protocolos de operación y mantenimiento.

El prestador de los servicios adjudicado a través de su representante legal o quien designe por escrito, será el encargado de recibir la planta de tratamiento, y asegurarse que exista el listado (inventario) de los equipos y unidades de tratamiento, operando el buen funcionamiento, lo que deberá ocurrir a más tardar el día 28 veintiocho de febrero del 2026 dos mil veintiséis; además de que al término del periodo de la prestación del servicio, el prestador se encuentra obligado a entregar las plantas en óptimas condiciones para su operación y funcionamiento.

En términos enunciativos, más no limitativos; las funciones generales a desarrollar por la operadora en el periodo de operación y mantenimiento durante la prestación de los servicios, son las siguientes:

### **1 Operación y Mantenimiento de las PTAR.**

- 1) Llevar a cabo, supervisar y verificar el puntual cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo que se establezcan para la correcta operación de todos los equipos mecánicos, electromecánicos e instalaciones de cada PTAR.
- 2) Ejecutar y dar seguimiento de la rutina operacional del personal; y del registro en bitácora de las acciones relevantes, los consumos de energía eléctrica, reactivos, productos químicos y análisis de control, así como del registro diario de los flujos, caudales y/o volúmenes de agua tratada efluente del sistema de tratamiento.
- 3) Ejecutar y dar seguimiento de las acciones de mantenimiento de las instalaciones, edificios, equipo de tratamiento y laboratorio; reactivos, productos químicos y el correspondiente registro en bitácoras de todos los eventos.
- 4) Revisión y de resultar necesario la actualización de los manuales de mantenimiento.
- 5) Elaboración para la CEAJ de informes mensuales de la operación y mantenimiento de cada PTAR.
- 6) Ejecutar el programa de mantenimiento a bombas, equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación, así como verificar su cumplimiento.
- 7) Llevar a cabo el mantenimiento adecuado de edificios y vialidades y obras complementarias.
- 8) La empresa prestadora de servicios será la responsable, por su cuenta o subcontratando, de la adecuada disposición de los residuos y biosólidos producidos en la PTAR en vertederos utilizados por los municipios.

### **2 Operación de la PTAR.**

- 1) Verificación y registro de la medición por día del flujo del efluente final, de la recirculación y de purgas. Registro de la operación de cada uno los procesos individuales y de los equipos que apliquen. Seguimiento de la rutina operacional del personal; medición de parámetros en campo y en laboratorio, asegurándose de que estos se efectúen en los puntos de medición y frecuencias establecidas.
- 2) Seguimiento a los ajustes del proceso de tratamiento, en base a los resultados de laboratorio, de los indicadores visuales del tratamiento y de los manuales específicos del proceso y el correspondiente asiento de todos los eventos en la bitácora.

- 3) Verificar el resultado operacional y de cumplimiento de la calidad del agua efluente.
- 4) Atención al programa de fechas de realización del muestreo del efluente final por parte del laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por la CONAGUA, reportando a la CEAJ los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- 5) Elaboración para la CEAJ de informes de la operación de cada PTAR.
- 6) Verificación del cumplimiento de calidad de agua conforme a la NOM-001-SEMARNAT-2021 y/o NOM-004-SEMARNAT-2002, según sea el caso.
- 7) Supervisar las características físicas de manera visual para identificar posibles descargas de tipo industrial no municipales, con el fin de emitir recomendaciones y medidas correctivas en los programas operativos de la PTAR.
- 8) Monitoreo de parámetros básicos de operación.

### 3 Costos de la Operación y Mantenimiento de cada una de las PTAR.

La empresa deberá erogar por su cuenta todos los costos de productos, servicios, medios humanos y materiales para la correcta operación y mantenimientos de las PTARs, y asegurar el cumplimiento de estos Términos de Referencia, así como con la normatividad aplicable.

### 4 Productos esperados.

- 1) La empresa, como extensión de la CEAJ; se compromete al cumplimiento cabal de los alcances generales y particulares descritos en este instrumento; considerándose en consecuencia corresponsable de las acciones y decisiones tomadas por su parte o conjuntamente con la CEAJ.
- 2) Informe de manera mensual, de los avances, procesos y resultados de la operación, conservación y mantenimiento de cada PTAR, mediante un documento escrito y copia del mismo en formato electrónico, que será parte del respaldo para el pago de la estimación correspondiente de la empresa; debiendo contener como mínimo lo siguiente:
  - a. Localización del lugar de trabajo, tanto en operación como en mantenimiento,
  - b. Descripción de los trabajos realizados de operación, conservación y mantenimiento en el periodo que se informa,
  - c. La bitácora de operación, mantenimiento,
  - d. Memoria fotográfica, de forma tal que se aprecie la variedad de actividades realizadas en el periodo,
  - e. Reporte de mantenimientos preventivos y correctivos,
  - f. Minutas de trabajo de las reuniones celebradas.
  - g. Reporte de calidad del Agua del Efluente, en el que se especifique el cumplimiento con la calidad del agua tratada en el Efluente, volumen residual tratada, así como de los biosólidos generados y su disposición final.

### 5 Informe de laboratorio

Informe y entrega a la CEAJ de resultados de laboratorio correspondiente a muestreo y análisis por un laboratorio acreditado ante la EMA, con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, servicios de análisis de calidad del agua tratada por cada PTAR. Los muestreos y análisis de biosólidos se deberán llevar a cabo con la periodicidad citada en la NOM-004-SEMARNAT 2002, de acuerdo a los volúmenes producidos en cada PTAR.

Producto esperado: Informe del laboratorio acreditado

### ENTREGABLE:

### INFORME DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El informe de operación y mantenimiento entregable al término del periodo establecido entre la CEAJ y Empresa operadora, deberá de contar de manera detallada las siguientes actividades fundamental para llevar a cabo una correcta operación del proceso de tratamiento.

#### Influyente

- Revisión visual de la calidad del agua residual de ingreso a la planta (influyente), es importante observar la llegada del agua residual cruda, con la finalidad de cerciorarse de que no presenten características físicas diferentes a las típicas, si esto llegase a presentarse entonces se debe de derivar hasta que deje de presentarse el residuo.
- Medir PH, es importante revisar el PH del influente, se debe conocer en que condición de acidez o alcalinidad llega el agua, el proceso de tratamiento operan con un rango de PH entre 6.5 a 8 si el PH de llegada está fuera de rango por lo regular se deriva si no se cuenta con unidades de neutralización.
- Medir la Temperatura, en necesario verificar la temperatura, por lo general las aguas residuales municipales tienen una temperatura promedio de 25°Celcuis, salvo que haya alguna industria que tenga calderas para el calentamiento del agua y sistemas de enfriamiento.

#### Pretratamiento

- Limpieza de rejillas gruesas en los canales desarenadores, la limpieza debe de realizarse cuantas veces sea necesaria para darle fluidez al agua y evitar derrames por taponamiento.
- La basura producto de la limpieza de las rejillas tanto gruesas como finas deben de colocarse en contenedores para su almacenamiento temporal para su posterior disposición final.
- Limpieza de los canales desarenadores, la limpieza de los canales desarenadores debe de realizarse cada 5 días en periodo de estiaje, pero cuando es periodo de lluvia, la frecuencia de la limpieza debe de ser diaria, para evitar que las arenas entren al proceso de tratamiento la disposición de las arenas es igual a lo que se realiza con las basuras.
- Medición del caudal o flujo en el influente, si no se cuenta con un sistema electrónico para la medición de caudal del influente, se pueden utilizar algunos métodos de aforo, por ejemplo, el método sección velocidad, canaleta Parshall si lo hay, o medirlo directamente en la placa delgada llamada Sutro. Es importante conocer el flujo de entrada porque con ello se van a realizar varios cálculos, para el control del proceso.

#### Cárcamo de Aguas Crudas

- En el cárcamo de aguas crudas revisar periódicamente el estado de los equipos de bombeo ya sea sumergible o de columna.
- Revisar los equipos sumergibles, revisar la presión en los manómetros que se ubican en la columna de descarga, si hay caída de presión revisar que los impulsores de las bombas no estén atascados para lo cual hay que sacar el equipo, así mismo en caso de requerirse mantenimientos correctivos de los equipos, llevar a cabo las reparaciones necesarias del mismo, para la correcta operación de la PTAR.
- Verificar la adecuada operación del equipo de bombeo tipo columna, así como llevar a cabo los mantenimientos preventivos consistentes en observar los depósitos de aceite de lubricación que mantengan su nivel, lubricación de chumaceras, etc., así mismo en caso de requerirse mantenimientos correctivos de los equipos, llevar a cabo las reparaciones necesarias del mismo, para la correcta operación de la PTAR.

#### Hidrocriba

- Criba, la limpieza de la rejilla de la criba debe realizarse con la frecuencia necesaria para evitar derrames de agua residual al piso, el bagazo se debe de recolectar en contenedores suficientes y adecuados, considerando el periodo de tiempo que tarda en arribar el servicio de recolección.

#### Reactor Biológico

- El reactor biológico, es la parte fundamental para el tratamiento de las aguas residuales, en él se encuentra el medio acuoso conocido como Licor Mezclado, compuesto por tres elementos que son:
- Oxígeno Disuelto, alimento y microorganismos, estos elementos, son importantes debido a que son la base del proceso.
- Revisión del oxígeno disuelto (OD), la revisión del oxígeno disuelto es importante, de ello depende de que el proceso se mantenga estabilizado, el rango debe estar aproximadamente entre 0.8 a 2.0 miligramos por litro. Por lo regular se realiza con un equipo electrónico llamado oxímetro.
- Revisión de los Sólidos Sedimentables en el licor mezclado (Sol. Sed.), es importante llevar el control del incremento del volumen de los sólidos sedimentables, por lo regular todos los procesos de lodos activados,

operan de manera adecuada teniendo un volumen de 350 a 450 mililitros por litro. Un incremento que sobre pase el rango es necesario realizar la purga de lodo, ajustando el rango a la necesidad del proceso.

- Revisión del mezclado de los lodos (flóculo), el mezclado de los lodos en todo el reactor biológico, debe ser homogéneo para que el agua residual que contiene material orgánico (alimento), se distribuya en todo el volumen de agua, de tal manera que se pueda llevar una remoción de aproximadamente del 96% de la carga orgánica carbonácea y nitrogenácea.
- Revisión de la calidad del agua residual, las características del agua residual cruda deben de ser 100% doméstica, debido a que el contenido orgánico es el alimento de los microorganismos que se encuentran en los lodos (flóculos) en el licor mezclado.
- Revisión y cálculo de la F/M, este parámetro es de control de proceso y es necesario calcularlo debido a que se debe de cuidar la relación del alimento con respecto a la concentración de microorganismos,
- Revisión del tiempo medio de retención celular (TMRC), o también conocido como edad de los lodos, su cálculo es necesario debido a que a través de este parámetro se determina el tiempo en días que tienen los lodos en el sistema de tratamiento, y es un indicador directo para realizar o programar las purgas de los mismos lodos.
- Revisión del Tiempo de Retención Hidráulico, es necesario conocer este parámetro porque es importante conocer el tiempo de residencia en el reactor biológico en las diferentes horas del día. en el sistema de aireación extendida se debe de tener un tiempo de retención de entre 18 a 32 horas y en un sistema convencional de 5 a 8 horas.

#### Clarificador Secundario

- Medir el manto de lodo, por lo regular se recomienda mantener de 3 a 5 pies de altura de manto, ayuda a mantener una buena clarificación y compactación del mismo flóculo.
- Medir el Tiempo de Retención Hidráulico (TRH), los clarificadores tienen un tiempo de retención de entre 2 a 4 horas, si el flujo hidráulico es alto, el TRH baja y es posible que se produzca un arrastre de sólidos hacia el efluente tratado.

Para cada una de las mediciones anteriormente señaladas, deberán registrarse en los formatos operativos elaborados para cada uno de las unidades de tratamiento y para cada tipo de PTAR. Estos formatos deberán formar parte del reporte mensual que presente la empresa operadora a la CEAJ.

#### Sistema de Desinfección

Para cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se ha propuesto que la desinfección del agua tratada para cumplir con el rango de coliformes de acuerdo a la normatividad ambiental vigente sea por medio de la aplicación de compuestos de cloro, ya sea Hipoclorito de sodio al 13%, tabletas de Hipoclorito de calcio al 65%, cloro-gas o Luz Ultra Violeta (UV), por lo que se deberán de especificar las características del método y/o equipo de desinfección utilizado e instalados en cada una de las plantas de tratamiento, incluir marca, modelo, número de serie, especificaciones y capacidad de cada equipo, así como el número de lámparas en el caso de utilizar UV, horas de operación indicadas por el fabricante.

Para cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales se contará con una bitácora del registro diario de los consumos de compuestos de cloro en su caso. Si se utiliza la UV, indicar las horas de operación total y/o acumuladas por día/mes/año, con el fin de prever la vida útil, suministro y programa de cambio de lámparas UV.

#### Sistema de medición de caudal efluente

Se deberán de especificar en el formato elaborado para este fin, las características del equipo de medición instalados en cada una de las plantas de tratamiento donde se citará, marca, modelo, número de serie, especificaciones y capacidad de cada equipo.

Para cada una de las plantas de tratamiento de aguas residuales se contará con una bitácora del registro diario de los flujos y/o caudales por cada hora y de manera diaria hasta completar un mes de operación, se

deberá de incluir el volumen diario de agua tratada y volumen mensual, con la firma del residente del jefe de operación y del supervisor de la CEAJ.

Para el mantenimiento correspondiente, deberán de seguir las actividades de operación propuestas en el manual de operación y mantenimiento para cada una de las Plantas de tratamiento.

#### Cárcamo de lodos

- A través del cárcamo de lodos se puede controlar el manto de lodos en los clarificadores y controlar el caudal de re recirculación de los lodos. Para su adecuada operación, es necesario:
- Medir caudal de recirculación, por lo general y como regla de operación se debe de medir el flujo de retorno de lodos para saber cuánto está regresando al reactor biológico, fundamental para controlar la F/M.

Es necesario que todos los parámetros, operacionales y de control se capturen en hojas de registro para generar información de consulta y de referencia, y tener los datos para el cálculo de los parámetros en general y desarrollo de estadísticas de operación.

La obtención de los parámetros operaciones y de control deben ser lo más fiables posible, ya que de ello depende una muy buena interpretación de las condiciones del proceso en el momento de realizarlos.

#### Sistema de desaguado de lodos

Para el caso de que la PTAR utilice sistemas para el desaguado de lodos de tipo mecanizado, filtros banda, de placas o de tipo tornillo de anillos, deberán de considerar la preparación y aplicación del polímero requerido para la ayuda en la coagulación y prensado de los lodos para su desaguado y/o deshidratación al porcentaje de humedad propuesto en el proyecto ejecutivo de la empresa prestadora de servicios, deberán de seguir las actividades de operación propuestas en el manual de operación y mantenimiento para cada una de las Plantas de tratamiento.

#### Equipos electromecánicos en general

El operador tiene la obligación de revisar físicamente el equipo electromecánico, por lo que la revisión se debe de llevar a cabo en cada cambio de turno para conocer el estatus de los equipos.

- Equipo de bombeo sumergible, deberá revisarse su funcionamiento mediante la verificación del manifold de descarga, el cual debe presentar flujos constantes de agua.
- Cerciorarse que el flujo enviado del equipo de bombeo, ingresa a la criba, sin que se disminuya el flujo.
- Medir alimentación eléctrica, que el equipo no bote el sistema de protección, si esto sucede dejarlo fuera de servicio hasta que sea revisado por su brigada de mantenimiento.
- Revisar bombas centrifugas, en estos equipos es revisar, temperatura del motor, escuchar ruidos en los rodamientos tanto del motor como de la bomba, revisar fugas de agua.
- Revisar equipo de aireación, revisar, temperatura del motor, de los cabezales o turbinas, revisar el estado de los filtros de aire, Medir niveles de aceite, escuchar ruidos anormales de motor, cabezal o turbina.
- Medir en todo tipo de equipo de transmisión, niveles de aceite temperatura, ruidos anormales, presión de fuerza en el caso de los equipos de los clarificadores.
- Medir para todos los equipos, que los equipos de protección en los CCM funcionen correctamente.
- Captura de los consumos de energía eléctrica, es necesario que de manera diaria o periódica se tomen las lecturas de los medidores de energía eléctrica para llevar el registro y/o control del consumo eléctrico y generar información estadística.

#### Mantenimiento general de casetas, vialidades y jardinería

Limpieza general y conservación de las instalaciones existentes en casetas de control, operación, bodegas, CCM y demás casetas de almacén, laboratorio en su caso, deberán de mantener de manera limpia y aseo diario.

## DISPOSICIONES GENERALES

### 1 Periodo de ejecución.

El periodo para la prestación de los servicios de la empresa que resulte adjudicada, será del 28 veintiocho de febrero al 31 treinta y uno de diciembre del 2026 dos mil veintiséis, conforme a los términos de referencia aquí plasmado, lo que se precise en la junta de aclaraciones y lo especificado en el contrato que se suscriba.

### 2 Forma de pago de los Servicios.

La Comisión Estatal de Agua de Jalisco, llevará a cabo el pago a mensualidad vencida, en moneda nacional, en una sola exhibición y dentro de los 20 veinte días naturales siguientes a la entrega de la documentación que acredite la prestación del servicio, y una vez que el área responsable de brindar seguimiento y vigilar el cumplimiento del contrato de prestación de servicios que se suscriba, evalúe los avances físicos, califique técnica y administrativamente los trabajos y, en su caso apruebe la estimación correspondiente, por lo que invariablemente se llevará una bitácora en la que se anotarán los avances y modificaciones que se acuerden entre las partes. Asimismo, deberá reportar el avance físico mensual, en porcentaje con respecto a lo programado.

### 3 Personal/ Elegibilidad y Requisitos para participar.

Para participar en el procedimiento de licitación, los licitantes deberán cumplir con todos los requisitos que se establezcan en la convocatoria y las bases de licitación.

Para eso, se requiere que los licitantes, demuestren su experiencia en la prestación de servicios de esta misma naturaleza y especialidad, por lo que deberán acompañar dentro de su sobre y como parte de su propuesta técnica, lo siguiente:

a) Copia simple de Contratos, Actas de Entrega Recepción y/o finiquito, con los que se acredite:

a.1) Haber puesto en marcha y/o la operación de 15 PTAR, ya sea de inversión pública o privada, operándolas durante un periodo mínimo de 10 (diez) meses.

b) Copia simple de los documentos que acrediten su experiencia, por lo que el licitante deberá de integrar a este documento, la lista de obras y/o servicios realizados de acuerdo al siguiente formato, con el fin de que la CEAJ pueda corroborar la veracidad de los mismos:

PTAR	CIUDAD	PROCESO	CAP. EN LPS	COSTO	PLAZO DE EJECUCION	CONTRATO	CONTACTO DONDE OPERA LA PLANTA (TELEFONO, NOMBRE Y CORREO ELECTRÓNICO)

### PERSONAL.

Los servicios de Operación y Mantenimiento requerido por la CEAJ, serán realizados con el personal que el Licitante adjudicado proponga, con costos a cargo de éste, siendo el patrón y único responsable de las obligaciones obrero-patronales ante las diversas autoridades, sindicatos, instituciones, organismos públicos, Juntas de Conciliación y Arbitraje y órganos jurisdiccionales, sean del orden federal o local, o cualquier otra autoridad en materia de derecho del trabajo y de la seguridad social, derivado de las disposiciones legales y

demás ordenamientos en materia de trabajo, seguridad social, capacitación y adiestramiento, así como normas de seguridad e higiene en cada una de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en las cuales brindará el servicio materia del servicio a brindar.

El licitante adjudicado, se obliga a responder por todas las reclamaciones que los trabajadores presenten en su contra o contra la CEAJ, sus accionistas, directivos, gerentes, factores, dependientes, apoderados, representantes, y personal en general, en relación con los servicios objeto del presente contrato, así como también con quienes les suministre materiales e insumos para la correcta prestación del servicio.

En razón de lo anterior bajo ninguna circunstancia la CEAJ, se considerará patrón sustituto, patrón contratante, intermediario o responsable solidario, por ser ajeno a ese vínculo obrero patronal, y no existir subordinación de los auxiliares del adjudicado, quedando a salvo de cualquier reclamación o indemnización que se origine entre aquellos, siendo por ende el adjudicado el responsable de los actos u omisiones imputables a sus accionistas, directivos, gerentes, apoderados, representantes, trabajadores, factores o dependientes, liberando a la CEAJ, y manteniéndolo a salvo de cualquier reclamación, responsabilidad legal, procedimiento administrativo y juicio laboral, sin que sea solidaria con el mismo, respecto a laudos laborales surgidos a causa del servicio prestado.

El licitante adjudicado, deberá garantizar la calidad en el servicio, extendiendo como parte de su propuesta el anexo respectivo.

Asimismo, el licitante adjudicado, deberá garantizar que el personal que brinde el servicio, lo cubra las 24 horas del día durante todo el período que abarque la contratación en cada una de las PTAR.

Para la ejecución de las actividades motivo de la contratación del presente servicio, el licitante deberá considerar como mínimo, que la operación de las PTAR requiere de personal técnico especializado en la materia, los cuales deberán ocupar posiciones, de acuerdo al siguiente organigrama:



#### PERFILES:

##### GERENTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Perfil profesional en el área Ambiental, Sanitaria, Industrial o Mecánica, pudiendo ser: Ingeniero Civil, Ing. Químico, Ing. Ambiental, Ing. Industrial o similar, con carrera terminada, lo cual deberá acreditar con la copia simple del Título o Cédula profesional.

#### Actividades:

Fungirá como Representante designado para la Operación y Mantenimiento de cada PTAR ante la CEAJ y el adjudicado, siendo responsable de:

- La ejecución de los servicios descritos en estos Términos de Referencia.
- Del correcto uso de todos los recursos humanos, materiales y servicios dispuestos para la correcta ejecución de los servicios de Operación y Mantenimiento de cada PTAR.
- Enlace entre la CEAJ y el adjudicado, coadyuvando a la CEAJ con la información y reportes solicitados, bajo los alcances descritos en estos Términos de Referencia de la Operación y Mantenimiento, para la toma de decisiones en todo lo relativo al cumplimiento y ejecución del periodo de ejecución, durante el tiempo de contratación señalado en estos Términos de Referencia.
- Verificar que el adjudicado cumpla con la correcta operación y mantenimiento de cada PTAR, para su funcionamiento normal y continuo del tratamiento de agua residual, y la correcta disposición y organización de los recursos humanos y materiales.
- Verificar la operación, conservación, mantenimiento, reposición de equipos, la remoción y disposición final de los sólidos y arenas del pretratamiento y de los biosólidos.
- Verificar el cumplimiento de la entrega en tiempo y forma de todos los informes periódicos, reportes y documentación que se genere bajo los alcances descritos en estos Términos de Referencia, así como aquellos reportes especiales o extraordinarios que llegue a solicitar la CEAJ.
- Verificar, revisar y validar el contenido de los informes semanales, mensuales, trimestrales y anuales elaborados por la empresa y acordados y comunicados a la CEAJ.
- Verificar el cumplimiento periódico y normativo del laboratorio externo acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobado por la CONAGUA por parte del adjudicado, para la colecta de muestras de agua y/o lodos, así como sus análisis, registros y entrega de resultados para su interpretación.

#### **JEFE DE MANTENIMIENTO Y JEFE DE PLANTA**

Profesional Técnico con perfil en el área ambiental, sanitaria, mecánica o eléctrica, con carrera terminada, lo cual deberá acreditar con la copia simple del Título o Cédula profesional.

#### **Responsabilidades:**

- Apoyar a la Coordinación General de la Operación, en el llenado y seguimiento de la bitácora de operación, del seguimiento de la entrega de los reportes periódicos obligación de la empresa, de la conformación de los reportes periódicos obligación de la Operación para su entrega a la CEAJ y del control de los servicios del Laboratorio Externo.
- Verificar y dar seguimiento a las condiciones de operación de cada PTAR, observando los procedimientos de operación, tanto de la planta completa como de cada una de las etapas de tratamiento que la conforman, el orden de arranque de los sistemas, así como la secuencia detallada de arranque y paro de cada uno de los sistemas de manera individual.
- Verificar los procedimientos de operación normal con las revisiones periódicas a cada uno de los procesos de la planta y las revisiones rutinarias individuales de los equipos por cada etapa de proceso, así como su frecuencia.
- Verificar los procedimientos de operación de emergencia en caso de falla de energía eléctrica, observando las maniobras especiales a realizar por el personal de operación para el restablecimiento de los sistemas y en caso de contingencia.

- Verificar y dar seguimiento al control de procesos, observando el control operativo de procesos, las variables de control y operación que deberán mantenerse y medirse para el correcto funcionamiento de los diferentes sistema que conforman la planta; de manera individual las variables para cada una de las diferentes etapas unitarias de la planta, incluyendo el cárcamo de bombeo de agua cruda y las pruebas específicas que se deben realizar de manera periódica a cada uno de los sistemas de tratamiento para su correcto funcionamiento.
- Observar que se proceda a ingresar y se de tratamiento al agua residual, y que ésta cumpla con la calidad establecida, no aceptando su desvío cuando la planta trabaje dentro de los límites del análisis de flexibilidad, así como coadyuvando con la CEAJ para que, de manera conjunta con el adjudicado, se determinen las acciones conducentes en el caso de que el agua del influente contenga elementos o condiciones que perjudiquen el proceso de tratamiento o los equipos de la PTAR.
- Verificar la frecuencia y ejecución de los análisis para evaluación de los parámetros de control del agua residual y del agua tratada, para efectos de la evaluación del funcionamiento de la planta, tomando en cuenta la NOM-001-SEMARNAT-2021, observando y dando seguimiento al muestreo y análisis de los parámetros de las distintas frecuencias consideradas.
- Verificar y dar seguimiento a los problemas de operación que se presenten en los equipos y procesos de tratamiento, observando la elaboración de un documento estructurado, que muestre una recopilación de los problemas operativos, diagnósticos y posibles soluciones para los equipos y procesos más comunes involucrados en la operación.
- Adicionalmente al personal descrito, se deberá considerar al personal encargado de la operación y mantenimiento, este deberá ser a consideración del licitante para cada una de las plantas de tratamiento, además de la parte administrativa correspondiente.

**NOTA:** Durante la prestación del servicio y la ejecución del contrato que se suscriba, la plantilla de personal adjudicado, podrá ser modificada tanto en cantidad de personal, tiempo o incidencia; dependiendo de la necesidad real de su intervención a juicio de la CEAJ, lo cual deberá ser notificado por escrito de manera previa para su validación respectiva por el área responsable de la ejecución de la contratación.

En el caso de que al inicio o durante el desarrollo de los trabajos, la CEAJ detecte que algún(os) elemento(s) de la plantilla no sea eficiente en su actividad, o no cumpla con alguna de las normas disciplinarias o de seguridad e higiene que se establezcan; de inmediato se notificará a la empresa adjudicada, los motivos y la solicitud de sustitución de ese o esos recursos humanos, quedando obligada al reemplazo del personal en un término no mayor a quince días naturales contados a partir de la fecha de su notificación.

La CEAJ por conducto de la Dirección Saneamiento y Operación de Plantas de Tratamiento, verificará que los integrantes de la plantilla de personal, cumplan con el perfil y experiencia en el puesto o funciones a las que fue asignado, por lo que la empresa adjudicada, no podrá iniciar los trabajos sin cumplir satisfactoriamente con este requisito.

Instalaciones de campo.

Como oficinas de campo se utilizarán las instalaciones que para tal fin se han construido como parte del edificio administrativo dentro de la PTAR y donde la CEAJ cuenta con un espacio que compartirá con el personal de la empresa adjudicada, bajo la premisa que, al delegar esta actividad, las visitas del personal que directamente está asignado a la CEAJ será intermitente.

#### EQUIPO DE COMUNICACIÓN.

La empresa adjudicada dotará el equipo de telefonía celular en la oficina de campo, así como para el personal de campo que a su juicio lo requiera. El adjudicado de contrato será responsable de la transportación de su personal al sitio de la prestación del servicio.

Equipo de transporte.

La empresa adjudicada será la responsable de proporcionar el transporte necesario para efectuar las actividades descritas en estos Términos de Referencia.

Equipo de cómputo e impresora a color

La empresa adjudicada, será la responsable de proporcionar el equipo de cómputo e impresión, necesario para la adecuada realización de las actividades de operación y mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, citadas en estos Términos de Referencia.

**Los presentes términos de referencia son obligatorios para los participantes y en su momento vinculantes para la Empresa que resulte ganadora del presente procedimiento de contratación.**

CONFIDENCIALIDAD Y EXCLUSIVIDAD.

El adjudicado, se compromete a no utilizar para otros fines la documentación e información generada durante el desempeño de sus actividades y prestación del servicio, y se compromete a que la información que le sea proporcionada, por la CEAJ, la deberá de preservar y hacer preservar los derechos que poseen tanto la CEAJ como su representada.

Para tal fin, se deberá suscribir un acuerdo de confidencialidad firmado por cada persona que forme parte de su plantilla en el que se comprometan a cumplir este acuerdo, estableciendo claramente las sanciones en que incurrirán en caso de incumplimiento de dicho acuerdo.

REPOSICIÓN DE SERVICIOS.

Cuando los servicios no se hayan realizado de acuerdo con lo estipulado en este contrato o conforme a las instrucciones de la CEAJ, ésta ordenará su reposición inmediata con los servicios adicionales que resulten necesarios, los cuales prestará por su cuenta el adjudicado sin que tenga derecho de retribución alguna; en este caso la CEAJ si lo estima necesario, podrá ordenar la suspensión parcial o total de los servicios contratados en tanto no se repongan los servicios realizados en desapego de los lineamientos de contratación o instrucciones específicas y por escrito de la CEAJ, sin que esto sea motivo para ampliar el plazo señalado para la terminación del plazo de vigencia del presente contrato.

SUPERVISIÓN.

La CEAJ por conducto de la Dirección Saneamiento y Operación de Plantas de Tratamiento, tendrá el derecho a supervisar en todo tiempo los servicios a contratar, así como la actuación del personal que el licitante ofrezca, insumos y materiales que en aquellos se empleen, ya sea en el sitio de ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales o en los lugares de adquisiciones de los insumos y/o materiales adquiridos para la correcta prestación de los servicios, y podrá realizar las observaciones que estime pertinentes relacionadas con su prestación, a fin de que se ajuste al presente contrato, y sus anexos.

Asimismo, el adjudicado deberá contratar a laboratorios externos, con la finalidad de corroborar la calidad del agua tratada producto de la prestación de los servicios de operación y mantenimiento materia de este contrato, de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes, emitidas por la autoridad competente. Una vez que se obtengan los resultados, la CEAJ por conducto de la Dirección Saneamiento y Operación de Plantas de Tratamiento, deberá de validarlos, y en caso de encontrar alguna discrepancia, el adjudicado y la CEJA podrán contratar un laboratorio externo de común acuerdo, para medir los estándares de calidad de los servicios objeto del contrato que se suscriba, con el fin de discernir sobre la diferencia de los análisis. Una vez que se obtenga los resultados se tomarán las medidas pertinentes para el cumplimiento a las normas de calidad en

mención, por lo que el adjudicado será el único responsable por el incumplimiento de algunas de las normas en mención.

La contratación de laboratorios externos para los análisis necesarios a realizar, deberá hacerse con aquellos que estén certificados ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C., la contratación será con cargo del adjudicado, dicha contratación deberá ser durante el plazo de vigencia del contrato y prestación de los servicios, y el último día hábil de cada mes de calendario, el adjudicado deberá demostrar a la CEAJ con análisis, los resultados de un laboratorio externo debidamente acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C., el cumplimiento de la calidad del tratamiento de agua producto de la prestación de los servicios de operación y mantenimiento objeto de esta contratación.

El laboratorio externo contratado por el adjudicado, así como la contratación del laboratorio externo, en caso de discrepancia, de común acuerdo entre las partes, así como los gastos y costos que se generen con motivo de esta contratación, serán con cargo a este. La contratación a que se hace referencia, no limita el derecho que tiene la CEAJ para que, en todo momento, cuando considere necesario, supervisar la prestación de los servicios y realizar los estudios y dictámenes pertinentes que garanticen la adecuada prestación de los servicios.

#### **RESPONSABILIDAD AMBIENTAL.**

La empresa adjudicada será responsable de dar cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, respecto a la calidad del agua tratada y biosólidos, (NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-004-SEMARNAT-2002).

#### **RESPONSABILIDAD CIVIL O CONTRA TERCEROS.**

El adjudicado, será el único responsable de la prestación de los servicios aquí contratados y debe sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad, uso de la vía pública, protección ecológica y de medio ambiente que rijan en el ámbito federal, estatal o municipal, así como a las instrucciones que al efecto señale la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, por lo que las responsabilidades civiles, ecológicas y medio ambientales y los daños y perjuicios que resultaren por la inobservancia de “EL PROVEEDOR” serán a cuenta y cargo de éste. En caso de no hacerlo, “EL PROVEEDOR” será responsable de resarcir los daños y perjuicios ocasionados a “LA CEAJ” o a terceros, considerando como mínima indemnización el monto de las multas, penalidades, condenas de indemnización o reparación de daño, así como los créditos fiscales que se le lleguen a fincar a la “CEAJ” por motivo de los daños que pudiera ocasionar “EL PROVEEDOR”, independientemente que se determine la rescisión administrativa del contrato.

Para estos efectos, el licitante adjudicado deberá presentar la fianza o póliza de seguro, además de presentar fianza de cumplimiento del monto del contrato.

#### **VISITA DE CAMPO OBLIGATORIA.**

Dentro del proceso de Licitación del Servicio de Operación y Mantenimiento de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, se exigirá la visita de campo de manera obligatoria.

Lo anterior en razón de que es indispensable para cualquier proveedor que requiera realizar su propuesta técnico - económica para el servicio solicitado, conocer las distancias y ubicación de la planta de tratamiento, así como las condiciones físicas de las instalaciones eléctricas, mecánicas, estructurales e hidráulicas, ya que el conocimiento de estos aspectos es relevante para la elaboración de su propuesta.

Por lo anterior y con el fin de garantizar propuestas técnico – económicas basadas en la realidad y condiciones actuales de las Plantas de tratamiento de aguas residuales a operar, así como de garantizar igualdad para

**TÉRMINOS DE REFERENCIA**  
**PARTIDA 2**



todos los participantes en la Licitación del Servicio de Operación, resulta necesaria la visita de campo dentro del proceso licitatorio.

Se establece el siguiente programa de recorrido para la visita de las plantas de tratamiento de aguas residuales que por su complejidad y ubicación resultan indispensables se realice la visita, los PARTICIPANTES serán responsables del traslado por su cuenta y en vehículos propios, personal técnico de la CEAJ acompañara e indicará las rutas y puntos de ubicación de las PTAR:

PARTIDA 2		DÍA 1 PUNTO DE PARTIDA: OFICINAS DE LA CEAJ EN AV. FRANCIA No. 1726, COLONIA MODERNA C.P. 44190. HORA 07:00 AM.
NO.	MUNICIPIO	LOCALIDAD
1	AMACUECA	TEPEC
2	ATENGUILLO	AHUACATEPEC
3	ATOYAC	ATOYAC
4	CIHUATLAN	SAN PATRICIO MELAQUE
5	CUAUTLA	TIERRAS BLANCAS
6	EL GRULLO	EL GRULLO
7	CABOS CORRIENTE	EL TUITO
8	GÓMEZ FARÍAS	SAN SEBASTIÁN DEL SUR
9	LA HUERTA	LA MANZANILLA
10	LA HUERTA	PUNTA PERÚLA
11	SAN GABRIEL	SAN GABRIEL
12	TAPALPA	JUANACATLÁN TAPALPA
13	TENAMAXTLAN	JUANACATLÁN TENAMAXTLAN
14	UNION DE TULA	UNIÓN DE TULA
15	VALLE DE JUAREZ	VALLE DE JUAREZ
16	ACATLAN DE JUAREZ	SAN PEDRO VALENCIA
17	ATOTONILCO EL ALTO	ATOTONILCO EL ALTO
18	IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS	ATEQUIZA-ATOTONILQUILLO
19	GUADALAJARA	PARQUE SOLIDARIDAD
20	PONCITLAN	CUITZEO
21	PONCITLAN	PONCITLÁN
22	TALA	TALA
23	TEQUILA	TEQUILA
24	TOTOTLAN	TOTOTLÁN
25	ZAPOPAN	COPALITA
26	ZAPOTLANEJO	ZAPOTLANEJO (LA LAJA)

**REQUISITOS DE EVALUACIÓN PARA LAS PROPUESTAS.**

**MÉTODO DE EVALUACIÓN BINARIO.**

Para la evaluación de las Propuestas Técnico y económicas recibidas de los participantes, se utilizará el Sistema de Evaluación Binario, por medio del cual se evaluará el cumplimiento o no de los requerimientos solicitados para el servicio de Operación y Mantenimiento.



Av. Francia No. 1726, Col. Moderna,  
Guadalajara, Jalisco. C.P. 44190  
33 3030 9200