

## TÉRMINOS DE REFERENCIA

### PARTIDA 3

#### **SERVICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL INTERIOR DEL ESTADO DE JALISCO. DURANTE EL PERÍODO 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, escurremientos 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 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, con el objeto de mantener en funcionamiento estas importante infraestructura de saneamiento en el estado de Jalisco:

1. Santa María del Valle, Arandas
2. San Miguel de la Paz, Jamay
3. San Juan de los Lagos
4. San Martín de Bolaños

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO**

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales consisten en un proceso secundario biológico 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. Santa María del Valle, Arandas**

UBICACIÓN.-



Ubicación de la PTAR Santa María del Valle

## ANTECEDENTES

La planta de tratamiento de aguas residual se ubica en la localidad en Santa María del Valle municipio de Arandas, Jalisco. El agua residual llega por una red de drenaje se compone de tres líneas de colectores combinados, sanitarios/pluviales que llevan drenaje residencial, de los comercios del municipio más una cantidad importante de derivados de la elaboración de productos lácteos manufacturados en micro empresas (muchas de ellas caseras) en la región, por lo que presenta cargas orgánicas considerables y contenidos de grasas que fluctúan entre medianos y altos. La llamada PTAR SMVJ se diseña con un gasto medio de 10 lps para alta carga y con todas sus etapas contara con remoción de nutrientes para que su efluente descargue al cauce que colinda con la misma.

## TECNOLOGIA PROPUESTA

Derivado de las características del influente y el flujo a tratar se seleccionó la tecnología de Bio Reactores Multi-Media (MMBR) cuyas propiedades únicas de cantidad de biomasa empacada aunadas a sus óptimos factores de contacto y condiciones de operación los hace el sistema biológico más eficiente que existe para digerir carga orgánica, aprovechando Biogás y recuperando nutrientes.

Granular, que, por su mayor densidad, alrededor de 1.06 kg/l y tamaño de 1 a 3 mm, tiene una excelente capacidad de sedimentación y potencial de digestión y retención.

Difusa, con una densidad de alrededor de 1.02 kg/l y un tamaño de partícula menor a 1 mm. Tiene un excelente potencial de digestión de carga, pero debido a su menor densidad y tamaño se lava fácilmente del reactor.

Por esta razón, es que son nombrados Bio Reactores Multi-Media o MMBRs

Los MMBRs son las unidades de proceso de última generación para el tratamiento biológico del agua. Se caracterizan por envasar grandes cantidades de biomasa granular, difusa y fija, bajo un entorno de pH y temperatura controlada y en un reactor fluidizado de última generación de un diseño y propiedades muy particulares.

La planta de tratamiento MMBR consiste en un conjunto secuencial de etapas de tratamiento físico y biológico que acumulativamente producen un efluente de alta calidad con una eficiencia energética notable. La utilización de diferentes tipos de tecnologías en un solo sistema que opera en serie maximiza efectivamente la capacidad de tratamiento del sistema, lo que se hace aprovechando todas las ventajas de cada etapa del

proceso.

Tanto los procesos anaerobios, como los aerobios al ser ambos biológicos son susceptibles a ser afectados por inhibidores tóxicos, los cuales pueden disminuir o evitar por completo el crecimiento de bacteria dentro de los reactores, contenidos elevados de amoníaco, sulfatos y aun pequeños de yodo y cloro pueden afectar sensiblemente el funcionamiento de los mismos. Esta problemática es más común en aguas de tipo industrial que en aguas municipales y no hay concentraciones suficientes de los mismos en el influente por lo que los omitiremos en los cálculos que se presentan a continuación. En caso de que algunos de ellos se llegaran a presentar se procederá a atenderse con estrategias de recirculación/dilución o buscando la remoción del inhibidor en cuestión.

## PROCESO SELECCIONADO

Considerando principalmente las características del agua cruda y del agua tratada se eligió el pretratamiento primario basado en desbaste de sólidos mayores a 5 mm, arena, una parte de grasas y aceites así como un desbaste fino automático. Posteriormente se eligió un arreglo de múltiples elementos y reactores en serie, en el orden siguiente:

### 1 Pre Tratamiento

#### 1.1 Sistemas de Cribas Gruesas/Finas

#### 1.2 Desarenador

#### 1.3 Sistema de bombeo

#### 1.4 Separador Profundo de Columna (DCS)

### 2 Tren de Agua (1)

#### 2.1 Reactores anaerobios Metanogénicos MMBR (3) (ANM)

#### 2.2 Reactor preanóxico MMBR (PRX)

#### 2.3 Reactor aerobio de media carga MMBR (AML)

#### 2.4 Reactor aerobio de nitrificación MMBR (ANI)

#### 2.5 Clarificador Tubular Lamelar (TSC)

#### 2.6 Sistema de desinfección ultravioleta (DUV)

### 3 Tren de Lodos y Natas (1)

#### 3.1 Sistema de acidificación y fluidización de grasas

#### 3.2 Reactor anaerobio metanogénico de expansión (ANE)

#### 3.3 Deshidratado de Lodos

### 4 Tren de Biogás (1)

#### 4.1 Producción y caracterización de biogás

#### 4.2 Limpiador de ácido sulfídrico (H2S)

- 4.3 Limpiador de dióxido de carbono (CO2)
- 4.4 Secador (opcional)
- 4.5 Almacenaje de Biogás
- 4.6 Quemador excedencias
- 5 Sistema combinado de Calor y Potencia (CHP)
- 5.1 Sistema de Generación
- 5.2 Intercambiador de Calor Agua/Agua Motor
- 5.3 Intercambiador de Calor Agua/Gas Escape
- 5.4 Tablero de transferencia de lazo cerrado

## DESCRIPCION DEL PROCESO

### 1 Pre Tratamiento:

Las aguas crudas llegarán a la planta por medio de gravedad. Primeramente, se conducirá a las unidades de pre tratamiento consistentes de rejillas, y desarenadores. El agua desbastada caerá a un cárcamo de bombeo de donde será bombeada al separador profundo de columna (DCS) en el cual con la ayuda de la gravedad separa los sólidos menos densos que el agua, natas, y los más densos que la misma, lodos. Aproximadamente cada 30 minutos, bombas para lodos extraen los mismos antes de que produzcan gases y se floten. De igual manera, un sistema mecanizado extrae las natas que se flotan y las dirige junto con los lodos al reactor de acidificación.

### 2 Tren de agua

El agua que sale del separador de columna profunda (DCS) se dirige a los Reactores Anaerobios Metanogénico MMBR (ANM) por vasos comunicantes. Este es un arreglo de 3 reactores en serie donde se alterna el rol de liderazgo al menos una vez por día. Si esto no se hiciera así y se conservara la alimentación en un mismo orden de manera permanente, los primeros reactores se sobre cargarían pudiendo incluso llegar a colmatar los bioportadores o el propio reactor. De igual manera si se tuviera un arreglo estático, los últimos reactores al recibir cargas orgánicas pequeñas permanentemente, ocasionarían que las colonias de bacteria se canibalizaran y los porcentajes de remoción de los mismos serían muy bajos. Con nuestro arreglo dinámico patentado y las robustas colonias de bacteria que conservamos uniformemente en los reactores MMBR se logran tasas de remoción de hasta 90s % de la carga orgánica presente en el agua.

El flujo que entra a los Reactores Anaerobios Multi Media MMBR (ANM) comienzan los crecimientos biológicos sobre la superficie de los carriers, y la biomasa suspendida en el agua se comienza a multiplicar también. Parte de ella se consolida en gránulos y otra continuara difusa pero una mejor posibilidad de retención si se aloja en los espacios intersticiales de los bioportadores. Todos estos reactores cuentan con un sistema de recirculación de columna, el cual aumenta el factor de contacto y factor de transferencia de masa entre la carga orgánica y la biomasa y sirve para agitar los bioportadores lo suficiente para que desprendan la biopelícula vieja e inactiva, pero sin perder la nueva y biológicamente activa.

El efluente de la etapa anaerobia pasa por medio de gravedad a hasta 2 Reactores Pre-anóxicos MMBR (PRX), donde entra al sistema de recirculación de columna que es el responsable de agitar constantemente los bioportadores suspendidos en el agua y mezclarlos con el licor rico en nitratos proveniente de la línea de recirculación que viene del Reactor Aerobio de Nitrificación MMBR (ANI).

Posterior a la salida de los reactores anóxicos, el agua entra por gravedad a un Reactor Aerobio de Media

Carga MMBR (AML) en donde por medio de sopladores, difusores de burbuja fina y un sistema de mezclado patentado permiten que el oxígeno que se inyecta al reactor tenga altas eficiencias de transferencia de oxígeno a las bacterias que lo requieren para efectuar su trabajo.

Después de los procesos aerobios de remoción de carbono, al agua continua su proceso en un Reactor Aerobio de Nitrificación MMBR (ANI) el cual cuenta con un arreglo idéntico de difusores y sistemas de recirculación que las etapas aerobias de remoción de carbono, pero en donde al contar con un influente menor a 20 mg/l permite el crecimiento de bacterias nitrificantes del tipo Nitrobacter y que desdoblan el nitrógeno amoniacal en nitritos y nitratos para su posterior envío a las etapas anóxicas.

El efluente del Reactor de Nitrificación (ANI), pasara a un Clarificador Lamelar Tubular (TSC), donde se separa el cultivo biológico restante, dejando un efluente de baja turbiedad y sólidos suspendidos que entonces pasa a un sistema de Desinfección Ultra Violeta (DUV) donde se esterilizan a los coliformes y los huevos de helminto.

Finalmente, el agua desinfectada se tendrá disponible para segundos usos o se descarga al cauce sin contaminarlo.

### 3 Tren de lodos y natas

La planta en su tren de agua está diseñada para cumplir con la norma NOM 001 para cuerpo de agua tipo "C" en cuanto a DBO, DQO, SST, y el NMP de coliformes presente.

De igual manera los lodos cumplirán con la norma NOM-004-SEMARNAT-2002 con la configuración propuesta de solo digestión metanogénica. Sin embargo, si se quiere mejorar la producción de biogás en los procesos metanogénicos, el organismo operador podría en un futuro incorporar una etapa adicional de acidificación para desdoblar los compuestos carbónicos grandes en compuestos más pequeños que son mejor digeridos en los procesos metanogénicos, dicho proceso se describe a continuación.

En un sistema multifase, de Acidificación Metanogénesis, los sólidos y las natas provenientes del separador de sólidos primero se dirigen al Reactor anaerobio de acidificación (ANA), el cual cuenta con una recirculación a la base del tanque que controla el volumen del caudal de alimentación, así como la inyección de químicos para bajar el pH a 5.5. En este ambiente ácido de se llevan a cabo 3 reacciones principales:

1. Hidrólisis - Esta comienza por descomponer las moléculas de carbono grandes como los carbohidratos, proteínas y grasas en fragmentos más pequeños como azúcares, aminoácidos y ácidos grasos.
2. Acidogénesis - Aquí, los subproductos mencionados anteriormente se descomponen en ácidos grasos volátiles (AGV).
3. Acetogénesis- aquí los AGV se degradan aún más a acetato, hidrógeno y dióxido de carbono, que a su vez se convierte en la materia prima de las etapas siguientes

Posterior a la acidificación cuando esta se implementa o directamente después del separador de columna, los lodos y natas entrarán a un Reactor metanogénico de expansión (ANE) donde se dan las etapas finales en la descomposición de la materia orgánica. Un influente totalmente acidificado ofrece el mayor potencial para la biodigestión, los productos finales son gas metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y trazas de otros gases. Esta mezcla de gases también se conoce como biogás.

### 4 Tren de Biogás

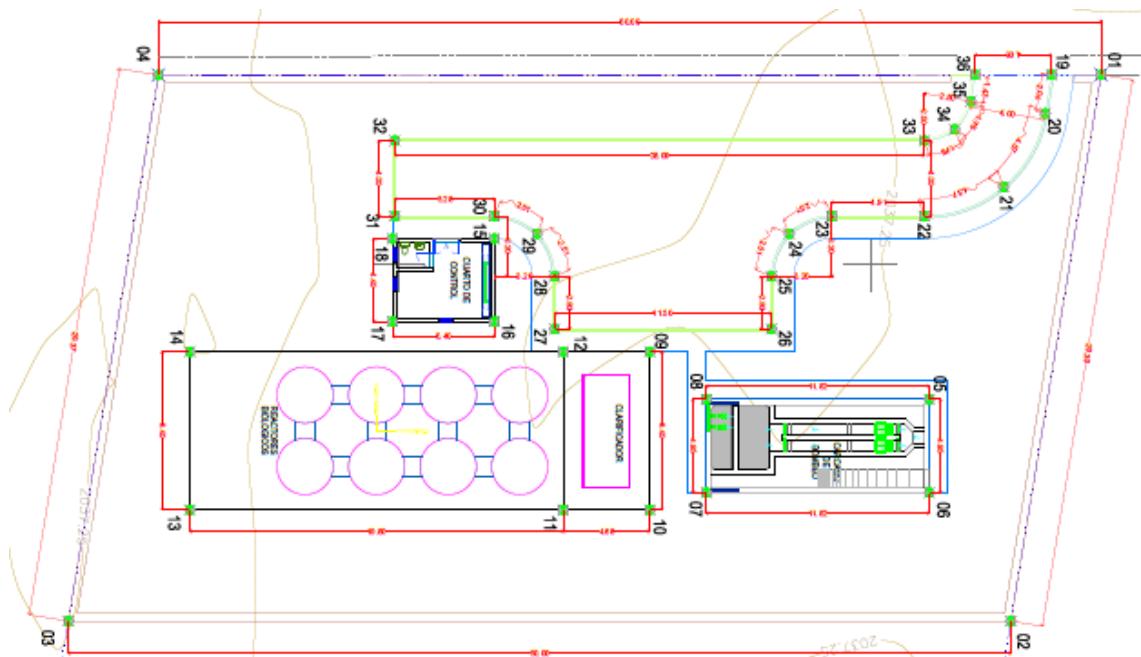
El Biogás que se genera en todas las etapas anaerobias se junta en un mismo conducto y si viene con una presión de 6 a 10 pulgadas de agua se pasa directo a un sistema de remoción de sulfhídrico, comúnmente a base de fierro esponja el cual típicamente baja el contenido de Ácido Sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) a menos de 100 ppm, o al nivel máximo permisible que especifiquen ya sea el motor de combustión o la caldera que vaya a

aprovechar el biogás.

Posterior al sistema de remoción de sulfídrico, si el gas va a ser utilizado en un sistema de potencia, para evitar problemas de cascabeleo en el motor, se tendrá que remover el CO<sub>2</sub> presente hasta darle al biogás una concentración superior al 90% de metano.



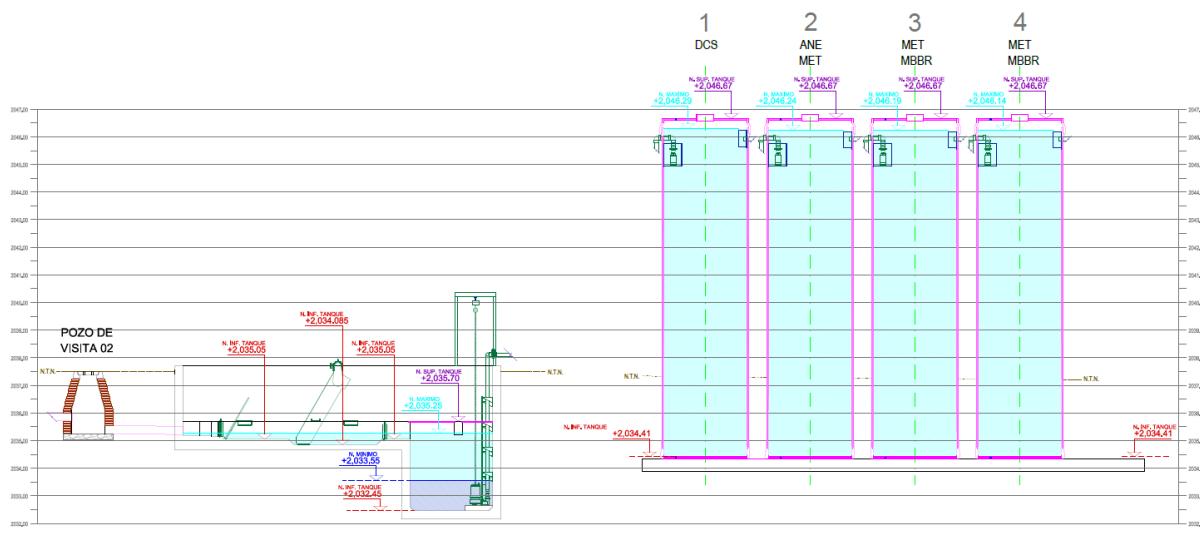
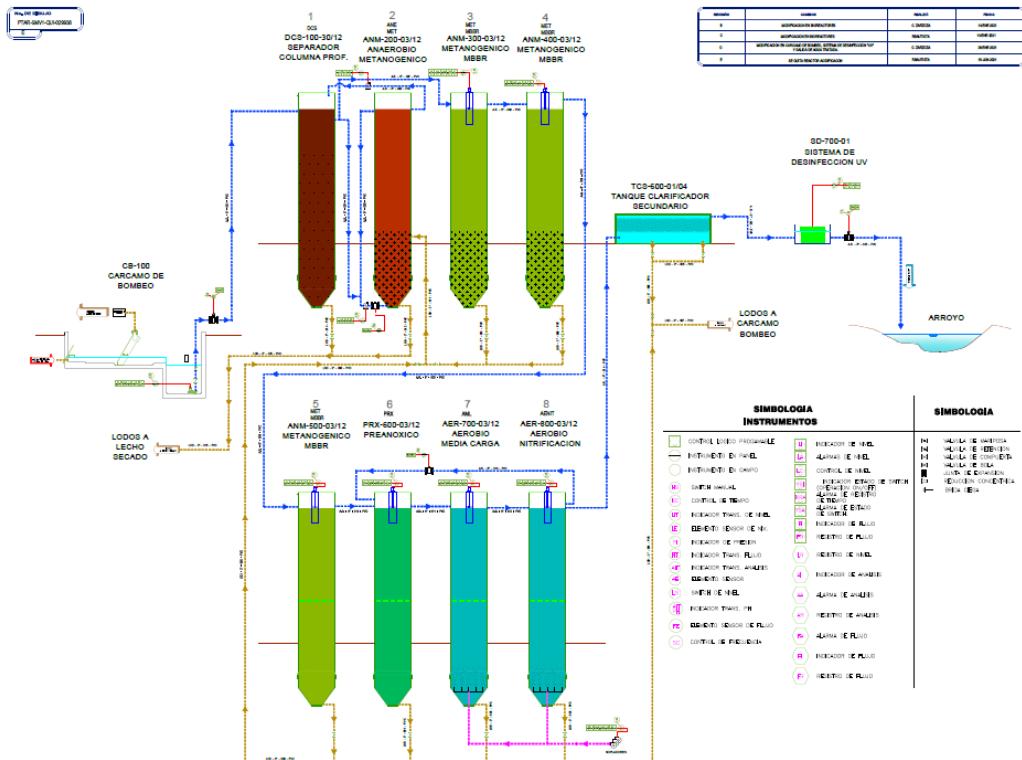
Vista aérea de la PTAR Santa María del Valle



Arreglo General PTAR Santa María del Valle

TÉRMINOS DE REFERENCIA

PARTIDA 3

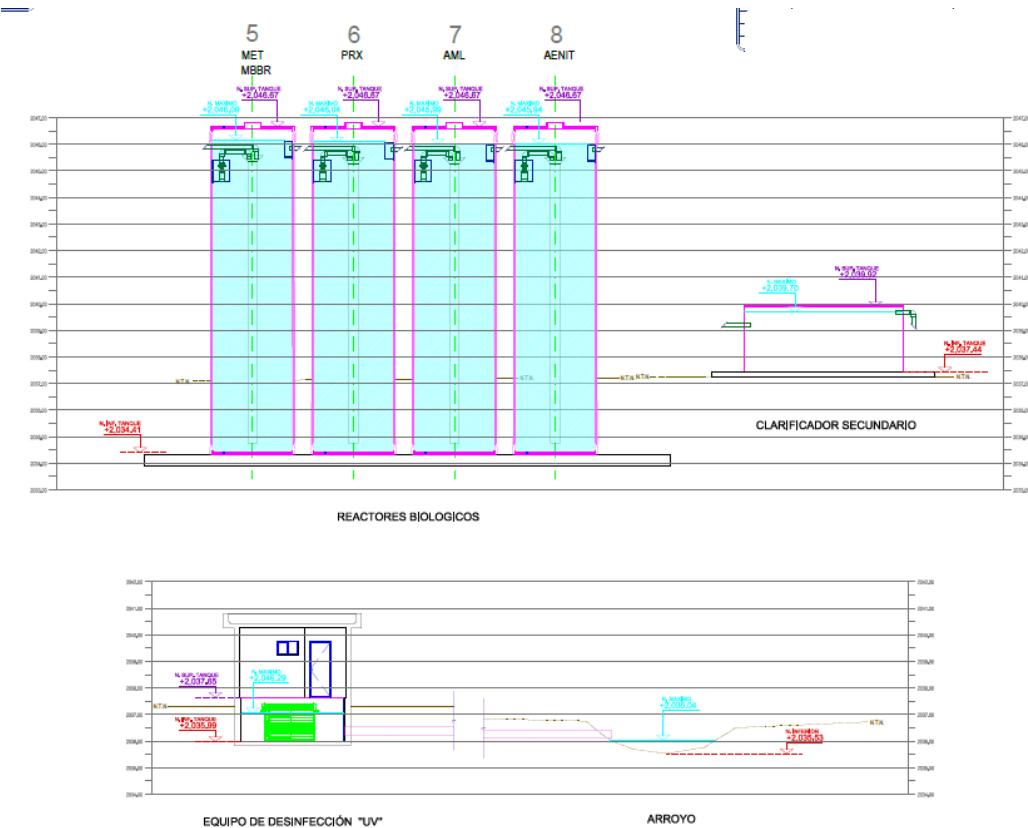


CARCAMO DE BOMBEO

REACTORES BIOLOGICOS



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



Perfil Hidráulico PTAR Santa María del Valle

## 2. San Miguel de la Paz, Jamay

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.

## Descripción del Tren de Tratamiento de Aguas

La siguiente es una breve descripción de la operación de cada unidad usada en el diagrama de proceso de flujo.

## Pretratamiento.

Esta estructura es la primera dentro del proceso y está formado por los siguientes equipos.

## **Rejilla Media y Fina de limpieza manual.**

Estas rejillas son usadas para impedir que troncos, llantas, ramas y otros desperdicios pesados entren al sistema de tratamiento. Las rejillas medianas están espaciadas 2.5 CM

(1" pulgada), mientras que las rejillas medianas están espaciadas 6.5 mm (0.25" pulgada). Las rejillas son limpiadas manualmente cuando sea necesario. El material removido es colocado en un almacenador de basura y su disposición final es en el sitio marcado por las autoridades. El propósito principal de estas rejillas es proteger la operación de las Bombas.

#### **Desarenador Gravimétrico.**

El desarenador (elevado) se encarga de retirar los sólidos en suspensión por gravedad, está formado por un canal que opera a gasto máximo y su limpieza es de forma manual para remover la arena en suspensión. Esto evitara el desgaste de las bombas. La arenilla removida manualmente, así como los sólidos, son transportados a una tolva de almacenamiento antes de su disposición final. Dada la ubicación de su construcción (elevado del nivel del UASB) favorece a la reducción del consumo de energía eléctrica, ya que posterior a este proceso de desarenado el caudal no requiere bombeo (únicamente de recirculación) hasta el emisor de agua tratada.

#### **Estación Bombas del cárcamo de Influente.**

Esta estación de bombeo levantara el agua residual hasta el sitio de la planta llegando al Tratamiento UASB, la capacidad de bombeo es suficiente para cubrir los flujos picos esperados, para este caso y de acuerdo con los Términos de Referencia se está diseñando el cárcamo para bombear hasta 15 lps para cubrir el gasto máximo.

La operación de la estación de bombeo está basada en el control de nivel de líquidos, teniendo cada bomba en secuencia esto es las bombas arrancan y se apagan dependiendo del nivel de líquido en el cárcamo húmedo. La capacidad de las bombas está diseñada de tal manera que para flujo mínimo opera una bomba de la capacidad necesaria para este flujo y cuando este se incremente entre en operación otra bomba y así sucesivamente.

#### **Reactor Anaerobio UASB**

El reactor biológico de flujo ascendente de tipo aerobio es un tipo de birreactor que opera en régimen continuo y en flujo ascendente, es decir, el afluente entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal, y sale por la parte superior. Son reactores anaerobios en los que los microorganismos se agrupan formando biogránulos, al atravesarse este proceso el agua continua hacia el tanque Anóxico para la eliminación de Nitrógeno, para cumplir con la Norma.

Por otro lado, forma adicional el reactor es alimentado (Rebombeo) de masa activa fuertemente oxigenada proveniente del clarificador, de forma tal de mantener la concentración óptima de la biomasa, obteniéndose las siguientes ventajas:

- -Simpleza en su manejo
- -No produce malos olores
- -Baja producción de lodos
- -Capacidad de crecimiento modular
- -Se requiere de poco espacio para su construcción
- -Resultados confiables
- -Resistencia a sobre flujos y cargas en el influente
- -Simpleza en su mantenimiento

#### **Eliminación de Nitrógeno (N) y Fósforo (P)**

#### **Tanque Anóxico.**

En este tanque se lleva a cabo de forma biológica la eliminación de nutrientes recirculados en condiciones anóxicas (desnitrificación). Este tanque está equipado con tres agitadores encargados de facilitar la liberación

del nitrógeno gas producido en la desnitrificación.

#### **Reactor Biológico (Tanque Aerobio).**

El agua llega al reactor biológico a luego de haber pasado por el vertedor que comunica con el tanque anóxico, en esta parte del proceso se produce el desarrollo de una gran concentración de biomasa activa (lodos activados) compuesta por miles de millones de bacterias las cuales consumen y degradan la materia orgánica con producción final de bióxido de carbono y agua. Con un sistema de aeración por difusión de aire suministrara a través de un sistema de difusores el oxígeno necesario para este proceso.

#### **Sistema de Aireación.**

El sistema de parrilla con difusores tipo disco de 11" de diam., de PVC y membrana EPDM se puede instalar rápidamente en todo tipo de depósitos aireados sin necesidad de adhesivos u otros materiales auxiliares. Este sistema incorpora un exclusivo sistema de montaje que permite la expansión térmica de los módulos de tuberías conectados, por lo que proporciona un funcionamiento fiable incluso a temperaturas del aire superiores a 100°C.

#### **Sedimentador Secundario.**

La función de los clarificadores es separar la biomasa del flujo líquido. La clave para el diseño de los clarificadores es la carga de sólidos, la carga de sólidos máxima a flujo de diseño es importante para poder determinar eficiencia del sedimentador.

#### **Regreso de Lodos Activados**

La biomasa en los clarificadores puede ser regresada para mantener en activo la biomasa en el reactor Biológico. Este flujo de recirculación se consigue con equipo de bombeo succionado directamente del secundario.

#### **Lodo Activado Residual**

En el proceso de tratamiento se produce un excedente de biomasa. Este excedente de lodo debe ser desecharo del sistema para mantener las condiciones adecuadas del proceso. Una parte del lodo activado regresado es desviado al UASB. Esta porción es designada como lodo activado residual. La cantidad de este depende de la cantidad de residuos orgánicos recibidos en la planta y la carga orgánica (relación F/M).

#### **Desinfección UV.**

El último paso en el tratamiento de las aguas residuales es la desinfección o reducción de bacterias a un nivel aceptable. El sistema de Desinfección a base de rayos ultra violeta, reduce el contenido de bacterias patógenas a la condición mínima para lograr la desinfección requerida.

#### **Extracción de Lodos**

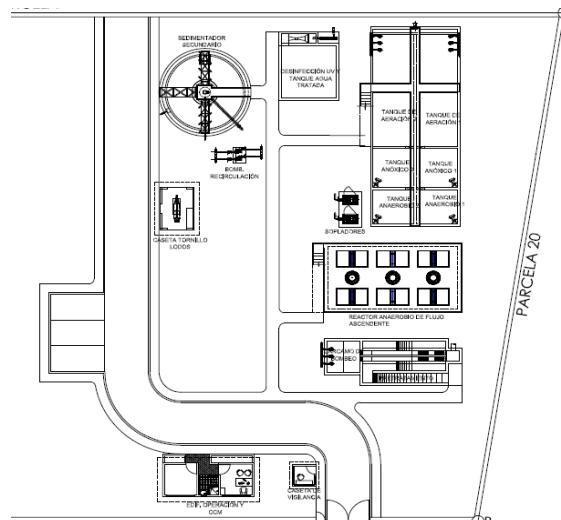
La transferencia del lodo excedente del UASB al proceso de deshidratado se realiza por gravedad.

#### **Lechos de Secado**

Se cuenta lechos de secado, su uso lograra una remoción adicional de agua del lodo digerido (deshidratado)



Vista aérea de la PTAR San Miguel de la Paz



Arreglo General de la PTAR San Miguel de la Paz

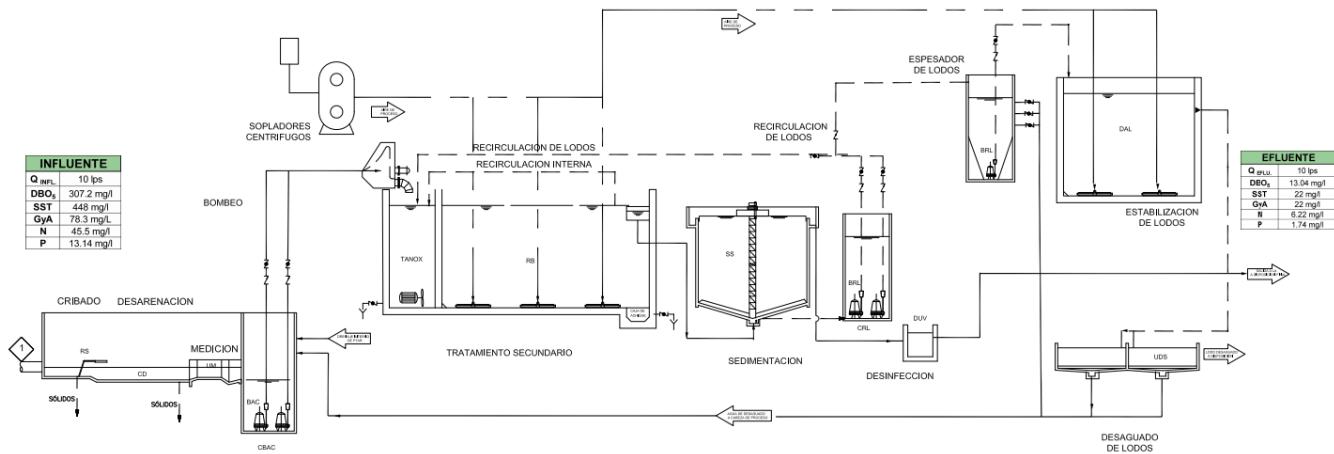
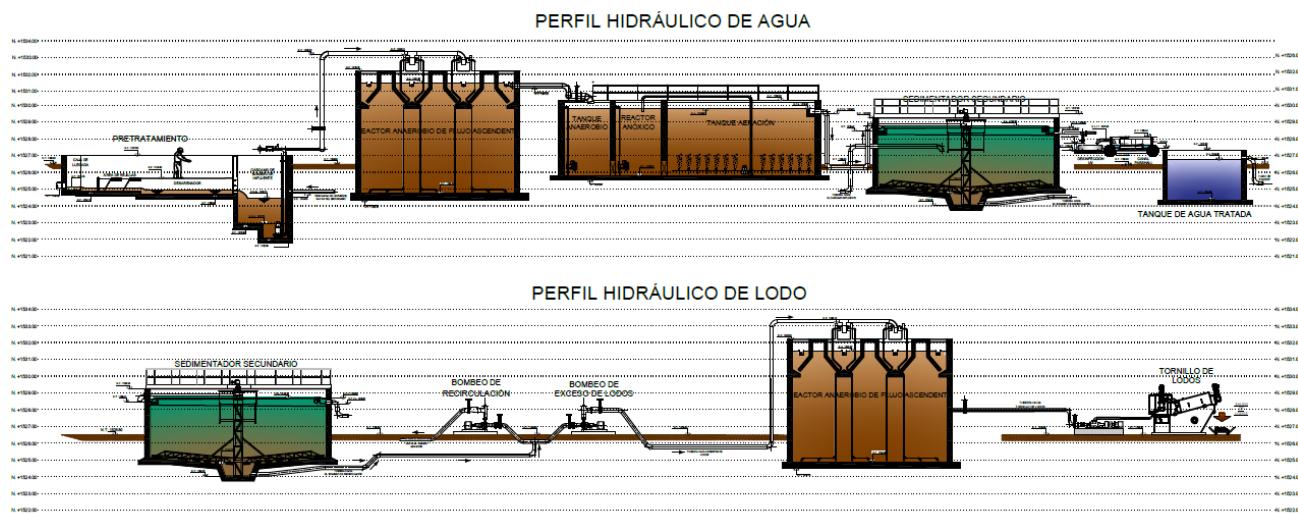


Diagrama de flujo PTAR San Miguel de La Paz



Perfil Hidráulico PTAR San Miguel de la Paz

### 3. San Juan de los Lagos

La PTAR Recibe las aguas residuales recolectadas en la Red Sanitaria principalmente de la cabecera municipal de San Juan de los Lagos, Jalisco. La PTAR cuenta con una serie de procesos y operaciones unitarias que permiten realizar el tratamiento del agua residual para finalmente descargar a los cuerpos receptor.

El caudal nominal de diseño de la PTAR “San Juan de los Lagos” es de 200 l/s. El agua tratada cumple con los “Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales” establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-2021, Cuerpo Receptor Tipo “C”. El agua tratada es parcialmente reutilizada en procesos de riego y mantenimiento de áreas verdes.

Así mismo, el tratamiento de lodos cumple con lo establecido en la NOM-004- SEMARNAT-2002, referente a “Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para aprovechamiento y disposición final” de lodos y biosólidos.

#### A. Procesos de tratamiento.

Tratamiento de agua:

- Pretratamiento
- Sedimentación Primaria
- Biofiltro
- Reactor biológico Aerobio (con paros anóxicos)
- Clarificación secundaria
- Microfiltración con Filtro de Disco de 10 µm
- Desinfección con luz Ultravioleta.

Tratamiento de lodo:

- Espesamiento de lodos con tracción periférica
- Digestión aerobia de lodos.
- Desaguado de lodos con Filtro Banda

#### B. Descripción del proceso

##### ii. Pretratamiento

**Obra de toma:** El agua será captada por una caja de llegada para regular a partir de esta el gasto a desbroce y desarenado.

**Desbroce, desarenado y medición de flujo:** El agua residual pasará a desbrozado contándose con tres canales, dos en operación y otro en reserva controlados mediante compuertas de operación manual.

##### iii. Tratamiento primario

**Sedimentación Primaria:** El objetivo de la sedimentación primaria es remover rápidamente los residuos sólidos sedimentables y materia flotante para así, disminuir la concentración de los sólidos suspendidos. La sedimentación primaria se emplea como parte del pretratamiento dentro del procesamiento integral de las aguas residuales. Los sedimentadores primarios diseñados y operados pacientemente, remueven entre el 50% y 70% de los sólidos suspendidos y entre el 25% y 40% de DBO5. En las grandes plantas de tratamiento (0.75 Mgal/d o más), la remoción de SST se realiza en tanques de sedimentación circulares o rectangulares con limpieza mecánica y diseño estandarizado.

##### iv. Tratamiento secundario

**Proceso Combinado:** El proceso Combinado está diseñado para la eliminación de DBO5, SST, nitrógeno y de fosforo etc. El proceso de tratamiento combinado en la planta se llevará a cabo por medio de película fija y película suspendida, aunque la desnitrificación completa no es posible. Básicamente, el proceso combinado tendrá una operación en el reactor de película suspendida alternada, zonas oxícas y anóxicas en las que se llevará a cabo la desnitrificación, ya que añade una zona anóxica entre la zona aerobia. La zona anóxica se

incluye solamente para reducir las cargas de nitrato sobre la zona anaerobia mediante el caudal de recirculación de lodos, lo que afectaría a la eliminación de fósforo.

- Zona aerobia:** El proceso de los lodos activados para el tratamiento de aguas negras está basado en proporcionar un contacto íntimo entre las aguas negras y lodos biológicamente activados. Los lodos se desarrollan inicialmente por una aireación prolongada bajo condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la y las partículas en suspensión y los coloides tienden a coagularse y formar un precipitado que se sedimenta con bastante rapidez. Es necesario un control de operación muy elevado para asegurar que se tenga una fuente suficiente de oxígeno, que exista un contacto íntimo y un mezclado continuo de las aguas negras y de los lodos, y que la relación del volumen de los lodos activados agregados al volumen de aguas negras que están bajo tratamiento se mantenga prácticamente constante.
- Zona Anóxica:** Se denominan Reactor Anóxico a los sistemas en los que el aceptor final de electrones no es el oxígeno ni tampoco la materia orgánica. En condiciones anóxicas el aceptor final de electrones suelen ser los nitratos, los sulfatos, el hidrógeno, etc. Cuando el aceptor final de electrones es el nitrato, como resultado del proceso metabólico, el nitrógeno de la molécula de nitrato es transformado en nitrógeno gas. Así pues, este metabolismo permite la eliminación biológica del nitrógeno del agua residual (desnitrificación).

**Clarificación secundaria:** Una vez que la materia orgánica disuelta en el agua residual ha sido oxidada y consumida por los microorganismos, éstos son enviados al Sedimentador Secundario, unidad de tratamiento en la que se produce la separación gravitacional de los mismos, es decir, se lleva a cabo la clarificación del efluente, permitiendo que se almacenen en la parte inferior de su estructura y que el agua clarificada escape a través de un conjunto de canales en su superficie.

#### V. Tratamiento terciario

**Filtro de Discos Rotatorios:** El filtro de disco vacío rotatorio funciona de un modo similar al filtro de vacío de tambor rotatorio. El Tambor es substituido por una serie de discos divididos en sectores. Su proporción "el área de espacio de filtración" es su principal ventaja. Con el microtamiz rotativo se consigue un efluente prácticamente libre de sólidos y una reducción importante de la demanda de oxígeno asociada a la carga contaminante. El filtro de disco permite un tamizado fino de caudales hasta 720 m<sup>3</sup>/h, por ambos módulos con una luz de malla hasta 10 µm. El equipo se emplea en todas las aplicaciones donde se requiere un filtrado de elevada calidad con una gran superficie filtrante. La construcción compacta y la concepción modular del equipo hacen que se pueda adaptar fácilmente a las condiciones existentes.

**Desinfección con luz ultravioleta:** La desinfección UV es un proceso físico que neutraliza los microorganismos instantáneamente cuando estos pasan a través de las lámparas ultravioleta sumergidas en el efluente. El proceso no añade nada al agua excepto luz UV y por lo tanto no tiene impacto sobre la composición química o en el contenido de oxígeno disuelto en el agua. A este respecto se asegura el cumplimiento con la cada vez más estricta normativa de descarga del efluente de agua residual.

#### vi. Tratamiento de lodos

**Digestor aerobio de lodos:** Es un proceso en el cual se produce una aireación, por un periodo significativo de tiempo, de una mezcla entre lodo digerible de la clarificación secundaria con el resultado de una destrucción de células y una disminución de sólidos suspendidos volátiles. (SSV). El objetivo principal es reducir el total de lodos que se deben evacuar posteriormente. Esta reducción es el resultado de la conversión, por oxidación, de un aparte sustancial del lodo en productos volátiles (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>).

**Espesador de lodos:** La reducción de volumen es beneficiosa para los procesos posteriores tales como la hidrólisis, la digestión, la deshidratación, el secado y la combustión. El espesamiento reduce los volúmenes a transportar y, por lo tanto, los equipos necesarios, la cantidad de reactivos para su acondicionamiento, la cantidad de calor requerida por los digestores, o la cantidad de combustible a utilizar en cualquier otro proceso;

también se reducen los equipos necesarios para la deshidratación y mejora su eficacia.

**Desaguado de lodos:** Permite disminuir considerablemente el volumen de lodo para disposición final del 0.8% a concentraciones superiores a 20%.



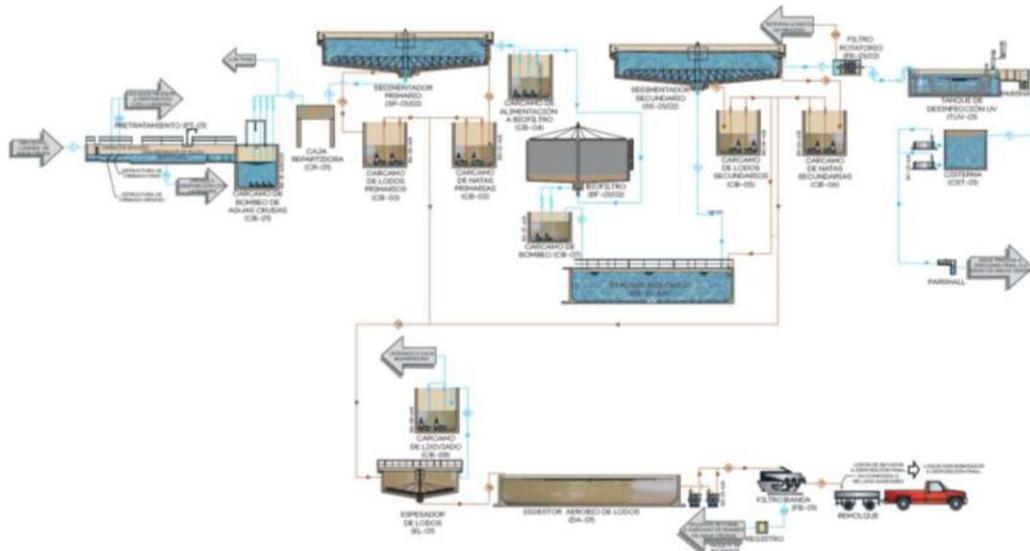
Vista aérea de la PTAR San Juan de los Lagos

**C. Arreglo general de la planta de tratamiento**



Arreglo en Planta de la PTAR San Juan de los lagos

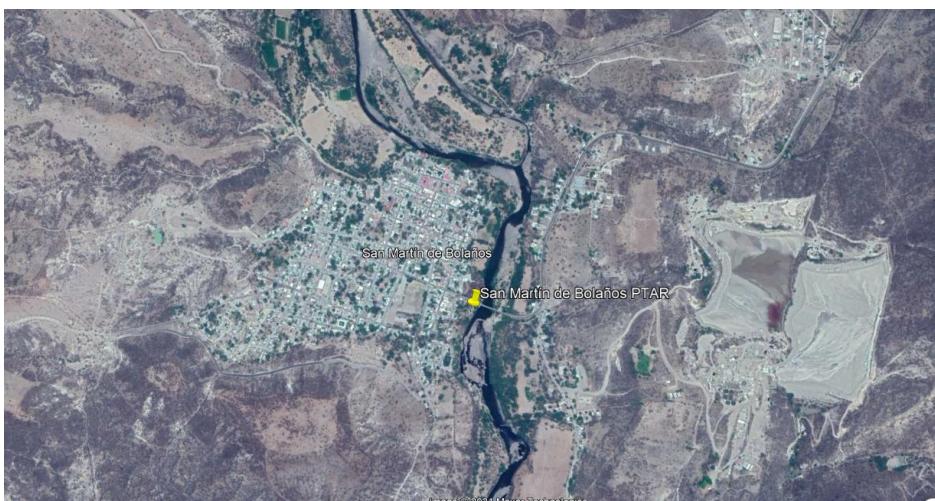
#### **D. Diagrama de flujo de proceso**



## Diagrama de Flujo de Proceso

#### 4. San Martín de Bolaños

La ubicación de la PTAR de San Martín Bolaños se presenta en la siguiente imagen



## Ubicación de la PTAR San Martín de Bolaños

## 1. DATOS DE PROYECTO

Para el diseño y el dimensionamiento de las del equipamiento electromecánico de la PTAR San Martín de Bolaños, se han tomado en cuenta los siguientes parámetros



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

## 1.1. Calidad del Agua Residual Influente

Parámetro	Unidades	Valor promedio
Caudal	LPS	5.0
Temperatura	Grados Celsius	°C
Alcalinidad	Mg/l	290
pH	Unidades	7
Grasas y Aceites	Mg/l	50
Sólidos Sedimentables	Mg/l	3
Sólidos Suspensidos Totales	Mg/l	287
DBO5 Total	Mg/l	319
DBO5 Soluble	Mg/l	127.6
DQO Total	Mg/l	599
DQO Soluble	Mg/l	179
Nitrógeno Total	Mg/l	44
Nitrógeno Amoniacal	Mg/l	7.5
Nitrógeno Orgánico	Mg/l	16.5
Fósforo Total	Mg/l	12
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	0.5 x 10 <sup>6</sup>
Huevos de Helminto	Número por litro	<1
Arsénico Total	Mg/l	0.004
Cadmio Total	Mg/l	<0.05
Cianuros Total	Mg/l	<0.01
Cobre Total	Mg/l	<0.10
Cromo Total	Mg/l	<0.25
Mercurio Total	Mg/l	0.001
Plomo Total	Mg/l	<0.100
Zinc Total	Mg/l	0.10902

1.1. La calidad del agua residual tratada cumple con la NOM-001-SEMARNAT-2021, para descarga en un cuerpo de agua tipo "C".

PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS	
	P.M	P.D.
Temperatura °C (1)	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25
Materia Flotante (3)	Ausente	Ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2
Sólidos Suspensidos Totales	40	60
Demandra Bioquímica de Oxígeno 5	30	60
Nitrógeno Total	15	25
Fósforo Total	5	10
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	<1000
Huevos de Helminto	Número por Litro	<5
Arsénico	0.1	0.2
Cadmio	0.1	0.2
Cianuro	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0
Cromo	0.5	1.0
Mercurio	0.005	0.01
Níquel	2	4
Plomo	0.2	0.4
Zinc	10	20

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

### 2.1. Factores a considerar:

El H. Ayuntamiento de San Martín de Bolaños en cumplimiento de la legislación ambiental en materia de descargas a cuerpos de agua, llevó a cabo la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en noviembre del 2008 para el tratamiento de las aguas residuales generadas por el Colector Principal y el

Colector del Arroyo del Cantero.

Basados en los datos proporcionado por el Municipio, se presentó propuesta técnico-económica de una planta de tratamiento modular marca ASA JET®, con capacidad para tratar 5.0 litros por segundo de aguas residuales sanitarias, garantizando la obtención de un efluente tratado con calidad para ser descargada a cuerpos receptores, cumpliendo con la NOM-001-ECOL-1996 Tipo “C”.

### **3. Descripción del proceso biológico de lodos activados**

El agua que será objeto de tratamiento, será conducida a través de 2 colectores, diseñados en 8", desde la caja repartidora donde se unen ambos influentes, pasando por el nuevo proceso de pretratamiento, para posteriormente ingresar al sistema previo.

Como se ha mencionado con anterioridad, el proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R.) está compuesto por diversas operaciones unitarias, cuyas unidades corresponden a lo siguiente:

- Pretratamiento (canal de acceso, cribado, desarenador, estructura de control y de aforo).
- Cárcamo y estación de bombeo.
- Hidrotrámiz estático para “tratamiento primario”.
- Tratamiento secundario (tanque de oxidación biológica o reactor Aerobio con nitrificación).
- Reactores de zona anóxica para desnitrificación.
- Clarificadores secundarios.
- Desinfección por medio de equipo de UV
- Estabilización de lodos mediante digestor aeróbico.
- Desecación de lodos mediante lechos de secado.

### **4. Pretratamiento**

Mediante el tratamiento preliminar, se protegerá y alargará la vida útil de las instalaciones y equipos, a fin de lograr su adecuado funcionamiento y reducir las condiciones indeseables con la apariencia estética de la planta de tratamiento.

#### a) Canal de Acceso:

Prácticamente es la transición de la tubería de llegada al ancho de las unidades de cribado, cuidando que las velocidades de escurrimiento sean de 0.40 a 1.00 m/seg.

#### b) By-pass:

Se instalará un by-pass para conducir el influente al colector adyacente en casos de emergencia.

#### c) Cribado:

Rejillas de desbaste fino; en esta unidad se retendrán y separarán los sólidos gruesos, tales como trapos, papeles, hojas, ramas, utensilios sanitarios, etc; a fin de evitar el taponamiento, daños o desgastes innecesarios, sobre todo a los equipos de bombeo y de aireación que han de instalarse.

#### d) Desarenador:

En esta unidad se removerán las arenas y gravas arrastradas por el influente, a fin de proteger a los equipos

de bombeo y de tratamiento de su acción abrasiva.

e) Sección de control y aforo:

Se contará con un medidor de flujo ultrasónico y con un canal Parshall para control y aforo del influente; en esta unidad se controlará y medirá el caudal que ingresa al cárcamo de bombeo después de pasar por el pretratamiento.

f) Hidrotamiz estático:

Con el objeto de remover concentraciones significativas de DBO5 y SS antes del tratamiento secundario, mediante operaciones unitarias sencillas, representa una importante ventaja la instalación de equipo hidrotamiz del tipo inclinado fijo, que desde luego incidirá en forma importante en la protección de aireadores y equipo subsecuente, evitando taponamientos, daños o desgastes innecesarios.

g) Tanque de Oxidación Biológica (Reactor Aerobio):

En esta unidad, fundamental en todo el sistema, básicamente el proceso emplea los microorganismos en suspensión (SSV), que utilizan y oxidan la materia orgánica soluble y coloidal presente como fuente de nutrientes y la convierten en nuevas células y desechos metabólicos en presencia de oxígeno molecular, produciéndose la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica y obteniéndose altas eficiencias en la remoción de DBO.

Cabe mencionar, que el tipo de proceso de lodos activados es uno de los más flexibles, pudiéndose adaptar a casi cualquier tipo de desecho líquido compatible con el tratamiento biológico de aguas residuales. En el proceso, el floculo producido en las unidades de aireación se sedimenta en los clarificadores secundarios y se mantiene en estado aeróbico, en suspensión y en recirculación por agitación mecánica o por difusión de aire, nuevamente en las unidades de aireación o reactores biológicos.

Básicamente, el proceso emplea los microorganismos en suspensión (SSVLM), ya que una población heterogénea constituida por bacterias, hongos, algas, protozoarios y rotíferos emplean y oxidan la materia orgánica. Durante la oxidación, parte de la materia orgánica se sintetiza en nuevas células; una parte de las células sintetizadas entran en auto oxidación en el tanque de aireación y las restantes forman el exceso de lodos.

Por lo anterior se deduce que se requiere oxígeno disuelto en el proceso para permitir que se lleven a cabo las reacciones de oxidación y síntesis. La eficacia del proceso depende de que se conserve un nivel mínimo de oxígeno disuelto constante de 1.5 a 2.0 mg/l. en el seno de las aguas durante todo el tratamiento secundarios, produciéndose la adsorción, floculación y oxidación de la materia orgánica.

El proceso de lodos activados es aquel en donde las aguas negras se mezclan instantáneamente con los microorganismos en suspensión en el tanque de aireación; por ello la carga orgánica en el tanque es uniforme y produce tanto una demanda de oxígeno como un crecimiento biológico uniforme.

Los parámetros básicos de interés en el diseño de un proceso de lodos activados son, entre otros:

I Remoción de DBO5 y de NTK (en nuestro caso)

II Producción de lodos

III Necesidad de aire y desde luego de oxígeno

IV La transferencia de oxígeno a las aguas

V Lodos de recirculación

**VI Lodos de desecho****VII Tiempo de retención**

Cabe señalar que el proceso de lodos activados ha sido desarrollado para obtener altas eficiencias, sobre todo en la remoción de materia orgánica medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y que el proceso biológico que se lleva a cabo en dicho sistema corresponde a la aceleración del fenómeno natural de auto depuración del agua.

Los resultados que brinda este sistema en cuanto a su aplicación en el tratamiento de aguas residuales típicamente municipales o domésticas, así como industriales compatibles con los procesos biológicos, son óptimos y los avala el funcionamiento de gran número de plantas de este tipo que se encuentran en operación en todo el mundo, con resultados satisfactorios.

El proceso soporta significativas fluctuaciones tanto de caudal como de carga orgánica.

El oxígeno requerido para el desarrollo de este proceso biológico aerobio será introducido y distribuido al fango o lodo activado por aireadores mecánicos idóneos, que además de brindar el suministro de aire por medios mecánicos proporcione la “recirculación” necesaria para obtener una mezcla completa de toda la masa de agua.

Básicamente, el proceso consta de un tanque o tanques de aireación, un clarificador secundario y una línea de recirculación de lodos.

**5. Reactores de Zona Anóxica.**

En estas unidades de lleva a cabo la desnitrificación requerida, mediante el proceso biológico para propiciar la complementación del ciclo del nitrógeno, a fin de garantizar un efluente con concentración máxima de nitrógeno total 15 mg/l. □

**6. Tanque Clarificador Secundario.**

Con el objeto de concentrar y remover por sedimentación simple los sólidos arrastrados en el efluente del tanque de oxidación biológica y del reactor de zona anóxica y mantener la calidad del agua residual en el tratamiento alcanzado por las operaciones unitarias anteriores y proporcionar lodos activados de retorno al sistema, aunque una parte de ellos (lodos excedentes), se enviarán directamente al sistema de espesamiento, digestión y desecación, se construirán clarificadores secundarios.

**7. Desinfección.**

Con el objeto de garantizar la desinfección de las aguas residuales a tratar, se contará con un equipo de desinfección por luz Ultravioleta, que sirve de manera óptima para destruir a los microorganismos y sus formas resistentes, tales como bacterias, virus, hongos, ascomicetos y protozoarios con una alta eficacia.

**8. Digestor aerobio de lodos.**

A fin de lograr la estabilización de los sólidos volátiles contenidos en los lodos excedentes removidos en los clarificadores secundarios, se envían las aguas a un digestor aerobio de lodos, con lo cual se podrá brindar un adecuado acondicionamiento y digestión a los lodos de desecho producidos antes de su disposición final.

**9. Secado de lodos mediante lechos de secado.**

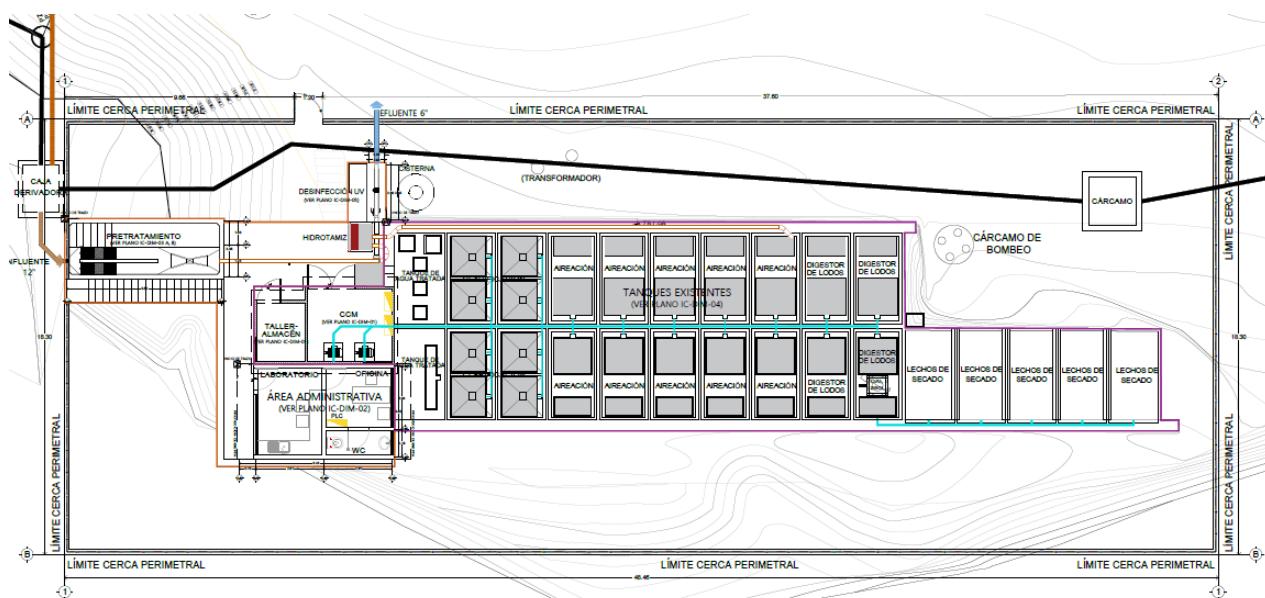
Los lodos excedentes o de desecho que han sido previamente separados en el clarificador secundario, y de acuerdo a las concentraciones de SSVLM en el reactor biológico, serán espesados y digeridos previamente y enseguida serán enviados al sistema de secado para obtener su deshidratación. Los lodos excedentes en su forma líquida se procesarán en los lechos de secado para lograr un alto grado de deshidratación.

## 10. Centro de control de motores.

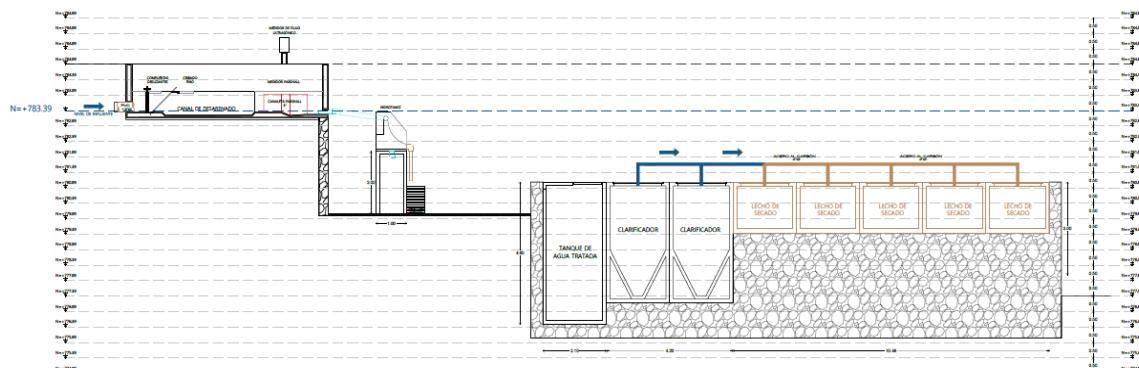
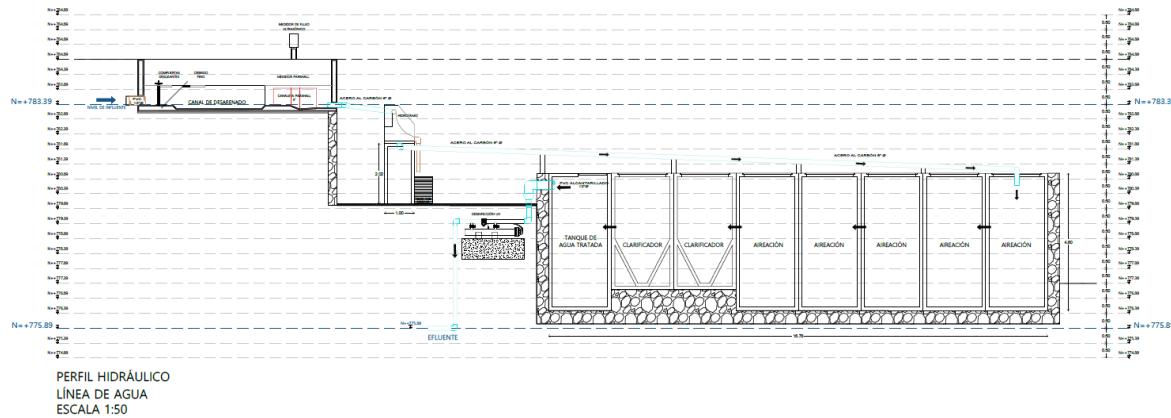
La planta de tratamiento de aguas residuales ya cuenta con una caseta de control de motores donde se realiza la operación.



Vista de la PTAR San Martín de Bolaños



Arreglo General PTAR San Martín de Bolaños



## 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 residencia de obra y autoridades de 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 influyente, 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 Solidos 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 circulación 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 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 sistemas 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 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:

<b>PARTIDA 3</b>	<b>DÍA 1</b> <b>Punto de partida: Oficinas de la CEAJ</b> <b>Ave. Francia 1726, Col. Moderna</b> <b>Hora: 07:00</b>
<b>Nombre de la PTAR</b>	<b>Municipio/localidad</b>
SAN JUAN DE LOS LAGOS	SAN JUAN DE LOS LAGOS
SANTA MARÍA DEL VALLE	ARANDAS - SANTA MARIA DEL VALLE
SAN MIGUEL DE LA PAZ	JAMAY - SAN MIGUEL DE LA PAZ
SAN MARTÍN DE BOLAÑOS	SAN MARTÍN DE BOLAÑOS

#### 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.