



## Descripción del Tren de Tratamiento de Lodos

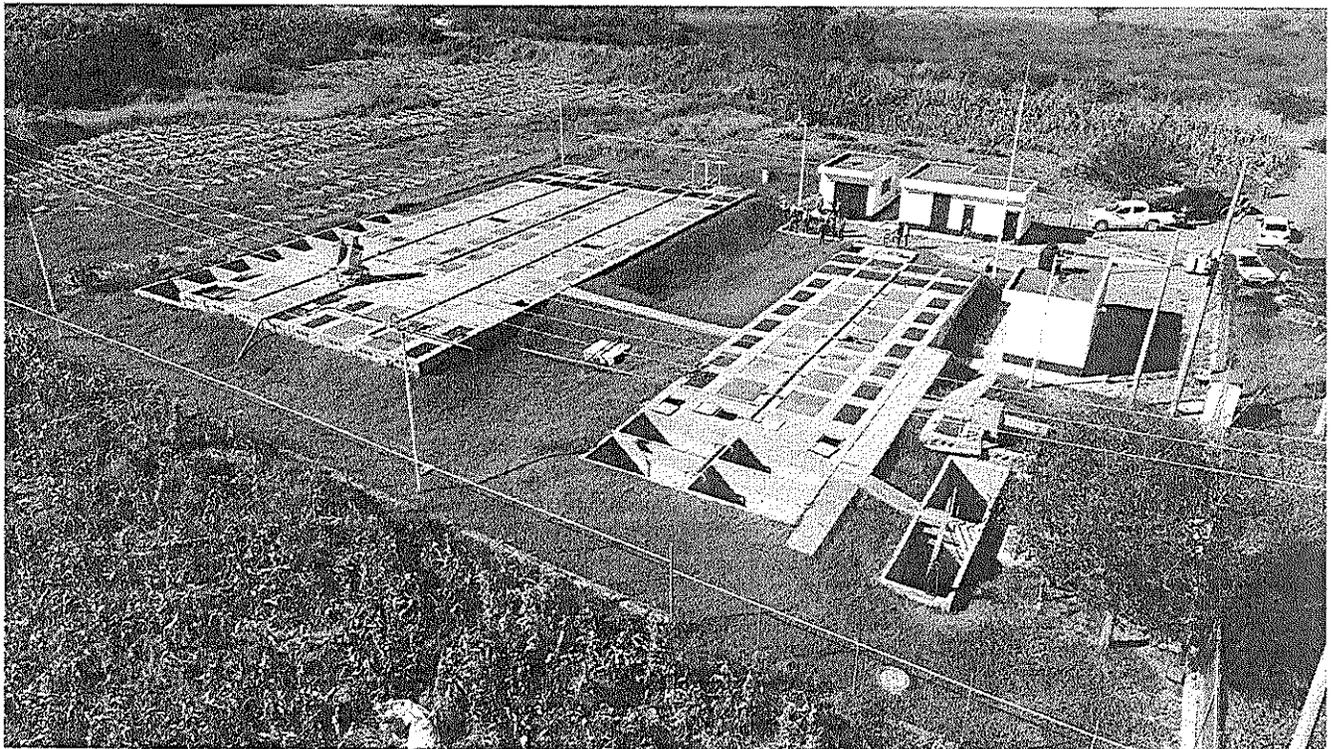
### Estabilización

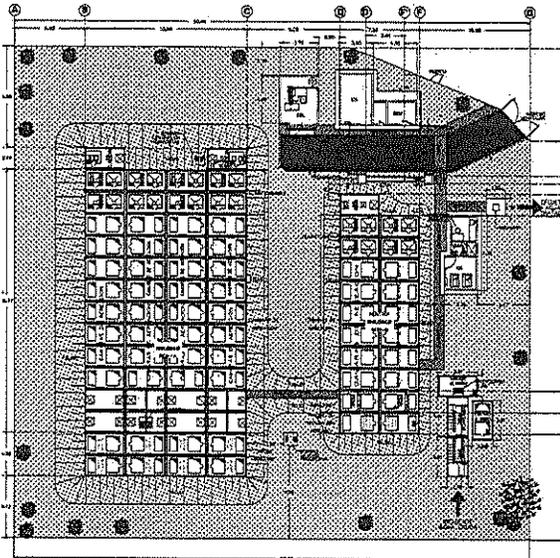
Los lodos sedimentados y separados en el tanque de sedimentación se envían hacia un tanque de digestión aerobia. En esta unidad se permite la destrucción de la mayor parte del contenido de materia volátil de los lodos mediante la oxidación a  $\text{CO}_2$ . Se adiciona aire mediante sopladores a un 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 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

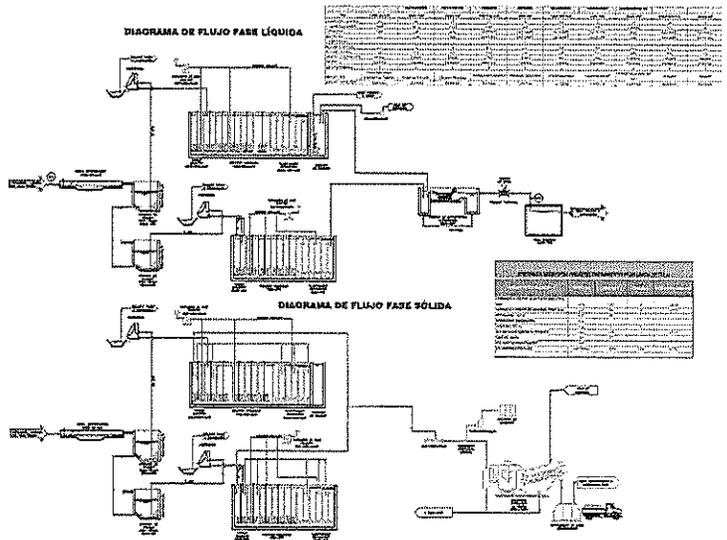


Diagrama de flujo

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



*[Handwritten signatures and marks]*



### 15.- 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-1996, 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 desarenado 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

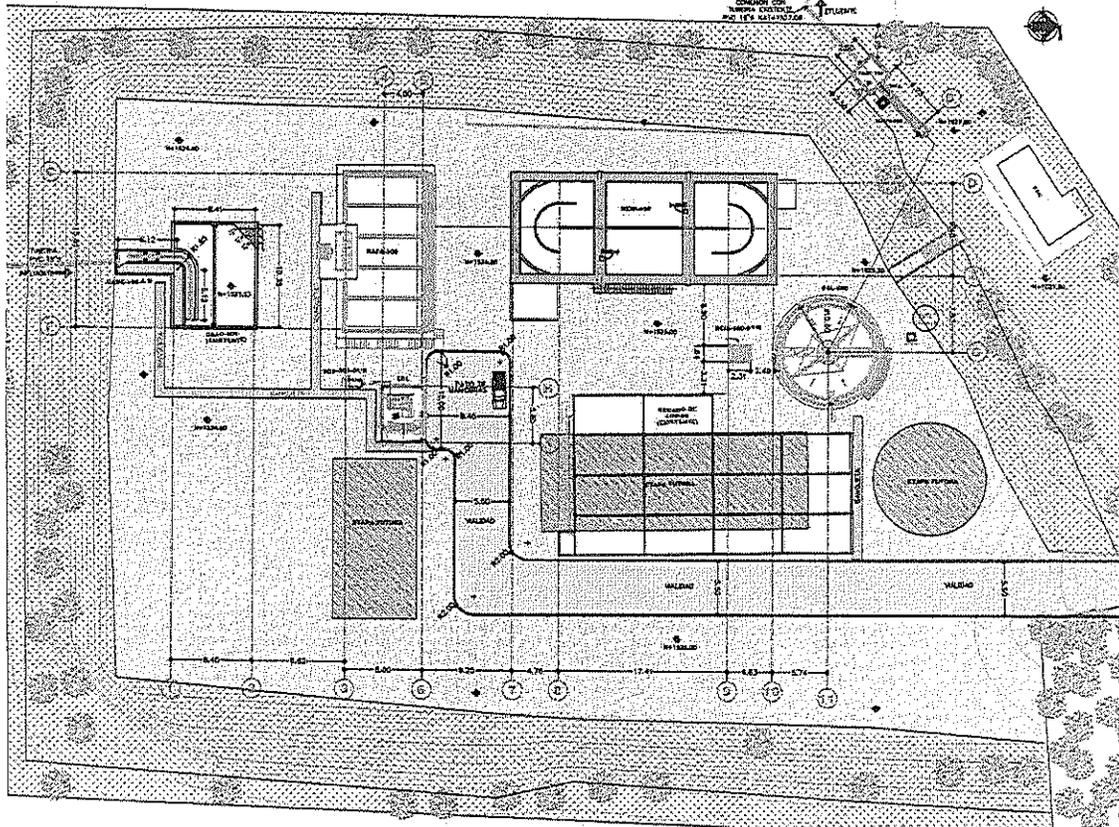


Diagrama de flujo

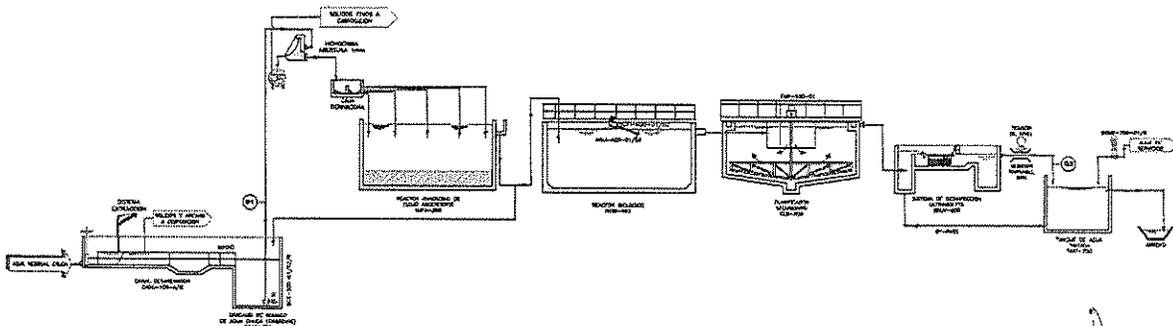
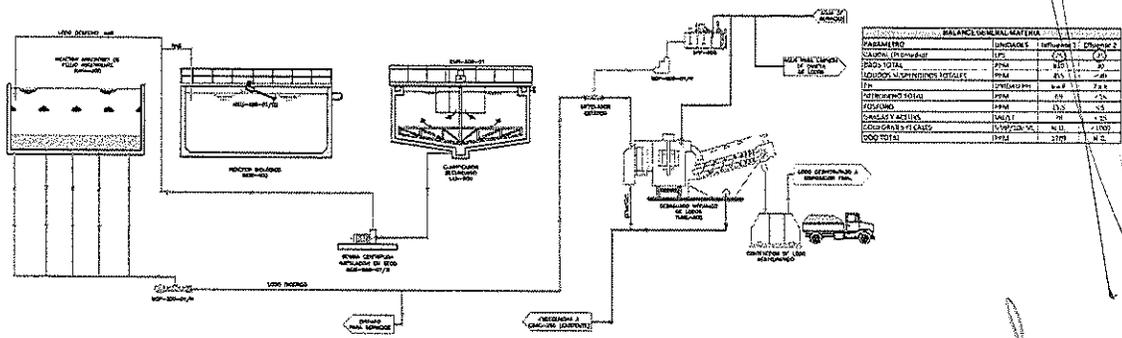


DIAGRAMA DE FLUJO FASE SÓLIDA



BALANCE GENERAL MATERIA			
PARAMETRO	UNIDADES	Entrada 1	Entrada 2
CAPACIDAD OPERATIVA	LPS	1200	0
PROD. TOTAL	PM3	815	0
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS	PM3	25	25
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	25	25
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	69	69
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	132	132
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	98	98
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	110	110
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	PM3	210	210



LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL  
 CON CONCURRENCIA DEL COMITÉ DE ADQUISICIONES Y ENAJENACIONES  
 CEAJ-DSOPT-SPTAR-LPN-001/2022  
 "SERVICIO PARA LA CONTRATACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADO DE JALISCO"  
 (TIEMPOS ACORTADOS)

*[Handwritten signatures and marks]*



## 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 CEA será auxiliada por una OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EXTERNA, 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 será el encargado de recibir la planta de tratamiento y asegurarse que exista el listado (inventario) de los equipos y unidades de tratamiento operando en buen funcionamiento y este al término de su contrato deberá entregarlo en condiciones aceptables de 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) Dar seguimiento, supervisar y verificar el puntual cumplimiento de los programas de mantenimiento predictivo y preventivo que establezca la empresa consultora, a todos los equipos mecánicos, electromecánicos e instalaciones de cada PTAR, salvo el mantenimiento correctivo el cual quedará a cargo de la empresa prestadora de servicios responsable de la instalación, quien hará válidas las garantías y fianzas por vicios ocultos.
- 2) 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) 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 CEA de informes mensuales del mantenimiento de cada PTAR.
- 6) Revisar el programa de mantenimiento a bombas, equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación, así como verificar su cumplimiento.
- 7) Verificar el mantenimiento adecuado de edificios y vialidades y obras complementarias.
- 8) La empresa prestadora de servicios deberá realizar la disposición de los biosólidos (lodos, arenas, basuras, etc.), y deberá considerar para su propuesta técnica y económica una distancia de 15 km a la redonda.

### 2 Operación de la PTAR.



LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL  
CON CONCURRENCIA DEL COMITÉ DE ADQUISICIONES Y ENAJENACIONES  
CEAJ-DSOPT-SPTAR-LPN-001/2022

"SERVICIO PARA LA CONTRATACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADO DE JALISCO"

(TIEMPOS ACORTADOS)

Página 117 | 303



- 1) Verificación y registro de la medición por día del flujo del afluente, 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 final del efluente estabilizado por parte del laboratorio acreditado por la EMA y aprobado por la CONAGUA, reportando a la CEA los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- 5) Elaboración para la CEA de informes de la operación de cada PTAR.
- 6) Verificación del cumplimiento de calidad de agua conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996 y/o NOM-003-SEMARNAT-1997, según sea el caso.
- 7) Supervisar las características físicas de manera visual para identificar posibles de tipo industrial no municipales, con el fin de emitir recomendaciones y medidas correctivas.
- 8) Monitoreo de parámetros básicos de operación.

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

La empresa deberá proporcionar todos los medios humanos y materiales para la correcta operación y mantenimientos de las PTARs, y asegurar el cumplimiento con estos Términos de Referencia, así como con la normatividad aplicable.

Para cada una las plantas de tratamiento de aguas residuales, el licitante deberá de proponer y considerar dentro de su propuesta técnica y económica los siguientes conceptos de costos fijos y variables, para la integración de su costo fijo mensual que será base para su propuesta económica:

#### Costos Fijos:

- Personal
- Energía Eléctrica
- Mantenimiento Preventivo
- Medios y Recursos Materiales
- Análisis de Laboratorio

#### Costos Variables:

- Energía Eléctrica
- Productos Químicos
- Mantenimiento Correctivo
- Consumibles para medios y Recursos Materiales
- Transporte y Disposición de Biosólidos

Esta información deberá ser vaciada en el siguiente formato (y formatos E1 y E2) para cada una de las plantas, el cual servirá para evaluar las propuestas técnicas y económicas y selección de la

propuesta ganadora que ofrezca las mejores condiciones tanto técnicas como económicas, así mismo para efectos de cobro de las estimaciones mensuales.

 <p>Comisión Estatal del Agua Jalisco</p>	<p>GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE JALISCO RELACION DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PTAR:</p>	 <p>Jalisco GOBIERNO DEL ESTADO</p>
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.		CONTRATO No.
RAZÓN SOCIAL DEL LICITANTE:		COSTO MENSUAL
FIRMA DEL LICITANTE: REPRESENTANTE LEGAL		PERIODO DEL CONTRATO:
		PERIODO DE COBRO:

<p><b>COSTOS FIJOS MENSUALES OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PTAR:</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">COSTOS DIRECTOS</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>Monto Mensual</th> <th>% DEL TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Costo de Personal</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>2 Energía Eléctrica</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>3 Gastos de Mantenimiento Preventivo</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>4 Medios y Recursos Materiales</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>5 Análisis de laboratorio</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>\$5.00</b></td> <td><b>100.00%</b></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>1.0000%</td> </tr> <tr> <td>% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>1.0000%</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COSTOS FIJOS MENSUALES T2a</th> <th>MONTO MENSUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$1.00</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$0.01</td> </tr> <tr> <td>UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$0.01</td> </tr> <tr> <td>SEGUROS Y FIANZAS</td> <td>\$0.00</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL T2a</b></td> <td><b>\$1.02</b></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMINAL en LPS</th> <th>NOMINAL EN M3/DIA</th> <th>NOMINAL EN M3/MES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ca</td> <td>10</td> <td>864.00</td> <td>26,280.00</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>MONTO FIJO EN \$/M3</td> <td>\$0.00</td> </tr> </table>	COSTOS DIRECTOS			Concepto	Monto Mensual	% DEL TOTAL	1 Costo de Personal	\$1.00	20.00%	2 Energía Eléctrica	\$1.00	20.00%	3 Gastos de Mantenimiento Preventivo	\$1.00	20.00%	4 Medios y Recursos Materiales	\$1.00	20.00%	5 Análisis de laboratorio	\$1.00	20.00%	<b>TOTAL</b>	<b>\$5.00</b>	<b>100.00%</b>	% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%	% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%	COSTOS FIJOS MENSUALES T2a	MONTO MENSUAL	COSTOS DIRECTOS	\$1.00	INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.01	UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.01	SEGUROS Y FIANZAS	\$0.00	<b>TOTAL T2a</b>	<b>\$1.02</b>		NOMINAL en LPS	NOMINAL EN M3/DIA	NOMINAL EN M3/MES	Ca	10	864.00	26,280.00	MONTO FIJO EN \$/M3	\$0.00	<p><b>COSTOS VARIABLES MENSUALES OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PTAR:</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">PARA Ca = 10 lps</th> </tr> <tr> <th>Concepto</th> <th>Monto Mensual</th> <th>% DEL TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Energía Eléctrica</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>2 Productos químicos</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>3 Gastos de Mantenimiento Correctivo</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>4 Consumibles para Medios y Recursos Materiales</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td>5 Transporte de Biosólidos para disposición</td> <td>\$1.00</td> <td>20.00%</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>\$5.00</b></td> <td><b>100.00%</b></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>1.0000%</td> </tr> <tr> <td>% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>1.0000%</td> </tr> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 lps</th> <th>MONTO MENSUAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$5.00</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$0.05</td> </tr> <tr> <td>UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS</td> <td>\$0.05</td> </tr> <tr> <td><b>TOTAL COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 LPS</b></td> <td><b>\$5.10</b></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>NOMINAL en LPS</th> <th>NOMINAL EN M3/DIA</th> <th>NOMINAL EN M3/MES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ca</td> <td>10</td> <td>864.00</td> <td>26,280.00</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>T3a (TARIFA VARIABLE \$/M3)</td> <td>\$0.00</td> </tr> </table>	PARA Ca = 10 lps			Concepto	Monto Mensual	% DEL TOTAL	1 Energía Eléctrica	\$1.00	20.00%	2 Productos químicos	\$1.00	20.00%	3 Gastos de Mantenimiento Correctivo	\$1.00	20.00%	4 Consumibles para Medios y Recursos Materiales	\$1.00	20.00%	5 Transporte de Biosólidos para disposición	\$1.00	20.00%	<b>TOTAL</b>	<b>\$5.00</b>	<b>100.00%</b>	% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%	% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%	COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 lps	MONTO MENSUAL	COSTOS DIRECTOS	\$5.00	INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.05	UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.05	<b>TOTAL COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 LPS</b>	<b>\$5.10</b>		NOMINAL en LPS	NOMINAL EN M3/DIA	NOMINAL EN M3/MES	Ca	10	864.00	26,280.00	T3a (TARIFA VARIABLE \$/M3)	\$0.00
COSTOS DIRECTOS																																																																																																			
Concepto	Monto Mensual	% DEL TOTAL																																																																																																	
1 Costo de Personal	\$1.00	20.00%																																																																																																	
2 Energía Eléctrica	\$1.00	20.00%																																																																																																	
3 Gastos de Mantenimiento Preventivo	\$1.00	20.00%																																																																																																	
4 Medios y Recursos Materiales	\$1.00	20.00%																																																																																																	
5 Análisis de laboratorio	\$1.00	20.00%																																																																																																	
<b>TOTAL</b>	<b>\$5.00</b>	<b>100.00%</b>																																																																																																	
% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%																																																																																																		
% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%																																																																																																		
COSTOS FIJOS MENSUALES T2a	MONTO MENSUAL																																																																																																		
COSTOS DIRECTOS	\$1.00																																																																																																		
INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.01																																																																																																		
UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.01																																																																																																		
SEGUROS Y FIANZAS	\$0.00																																																																																																		
<b>TOTAL T2a</b>	<b>\$1.02</b>																																																																																																		
	NOMINAL en LPS	NOMINAL EN M3/DIA	NOMINAL EN M3/MES																																																																																																
Ca	10	864.00	26,280.00																																																																																																
MONTO FIJO EN \$/M3	\$0.00																																																																																																		
PARA Ca = 10 lps																																																																																																			
Concepto	Monto Mensual	% DEL TOTAL																																																																																																	
1 Energía Eléctrica	\$1.00	20.00%																																																																																																	
2 Productos químicos	\$1.00	20.00%																																																																																																	
3 Gastos de Mantenimiento Correctivo	\$1.00	20.00%																																																																																																	
4 Consumibles para Medios y Recursos Materiales	\$1.00	20.00%																																																																																																	
5 Transporte de Biosólidos para disposición	\$1.00	20.00%																																																																																																	
<b>TOTAL</b>	<b>\$5.00</b>	<b>100.00%</b>																																																																																																	
% DE INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%																																																																																																		
% DE UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	1.0000%																																																																																																		
COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 lps	MONTO MENSUAL																																																																																																		
COSTOS DIRECTOS	\$5.00																																																																																																		
INDIRECTOS SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.05																																																																																																		
UTILIDADES SOBRE COSTOS DIRECTOS	\$0.05																																																																																																		
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES MENSUALES PARA Ca=10 LPS</b>	<b>\$5.10</b>																																																																																																		
	NOMINAL en LPS	NOMINAL EN M3/DIA	NOMINAL EN M3/MES																																																																																																
Ca	10	864.00	26,280.00																																																																																																
T3a (TARIFA VARIABLE \$/M3)	\$0.00																																																																																																		

MONTO FIJO T2 EN PESOS POR MES	\$1.02
T3a TARIFA VARIABLE EN PESOS \$/M3	\$0.00
VOLUMEN MENSUAL A Ca NOMINAL	26,280.00
Ca EN PESOS POR MES A Ca NOMINAL	6.12



## Costos Fijos

**Costos del personal:** Estos costos corresponden a todos los costos directos del personal requerido para la operación de cada PTAR y la disposición final de los BIOSOLIDOS, basura y arenas.

**Costos fijos de energía eléctrica:** Estos costos corresponden a todos los costos de energía eléctrica relacionados con el alumbrado interior y exterior de todas las instalaciones operadas por la EMPRESA, así como con los requerimientos mínimos de procesos, preparación de reactivos y protección de las instalaciones en cada PTAR.

**Costos fijos de mantenimiento:** Estos costos se estimarán a partir del costo de una lista de piezas de refacciones y consumibles para el mantenimiento preventivo y la conservación de todos los equipos electromecánicos de cada PTAR.

**Costos de los medios y recursos materiales:** Estos costos corresponden a los requerimientos de vehículos, equipos de comunicación y de cómputo, herramientas, para cada PTAR.

**Análisis de Laboratorio:** Estos costos corresponden a el análisis mensual por un laboratorio acreditado por la EMA, y que corresponden a muestreos compuestos de 24 horas de entrada y de salida para determinar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente NOM-001-SEMARNAT-1996.

## Costos Variables

**Costos de energía eléctrica:** Los costos corresponden a la energía eléctrica requerida para los procesos de tratamiento de la LINEA DE AGUA y de la LINEA DE LODOS así como para el bombeo de las aguas residuales y de los LODOS , relativos y específicos a cada PTAR.

**Costos de mantenimiento correctivo y de reposición de equipos:** Costos de mantenimiento correctivo y de reposición de equipos para cada PTAR. Los costos se limitan a los costos de piezas de refacción, de reposición de equipos y materiales y de consumibles.

**Costos de medios y recursos materiales:** Los costos se refieren a los costos de combustibles y mantenimiento de los vehículos, de papelería y artículos de oficina, de viajes del personal.

**Costos de transporte y disposición final de los BIOSOLIDOS:** Costos de evacuación, transportes y disposición final de los BIOSOLIDOS y otros residuos sólidos generados en cada PTAR.

**Costos de productos químicos:** Costos de productos químicos para cada PTAR sobre la base de los caudales promedios nominales respectivos y de los consumos estimados para cada producto químico requerido para los procesos de tratamiento en la LINEA DE AGUA y/o la LINEA DE LODOS.

**Costos indirectos y utilidades:** Valor de indirectos y utilidades con base en el cálculo de un porcentaje sobre la suma de los conceptos mencionados.

## 4 Productos esperados.

- 1) La empresa, como extensión de la CEA; 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 CEA.

- 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 de Influyente y 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 Capacitación

Elaboración y entrega a la CEA de informes mensuales, producto de la capacitación al personal del H. Ayuntamiento, se tomará como base el manual de operación y mantenimiento entregado por la CEA de acuerdo al proyecto ejecutivo y de construcción desarrollado por la empresa correspondiente para cada una las PTAR.

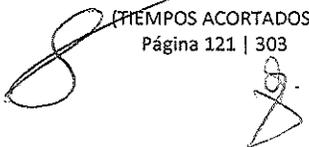
Producto esperado: Informe y acta de levantada en sitio al término de la capacitación.

## 6 Informe de laboratorio

Informe mensual y entrega a la CEA de resultados de laboratorio correspondiente a un muestreo y análisis mensual por un laboratorio acreditado ante la EMA, con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, servicios de análisis de calidad del agua tratada por cada PTAR. Los muestreos y análisis de biosólidos se deberán llevar a cabo con una periodicidad de tres meses, para comprobar el cumplimiento con la NOM-004-SEMARNAT 2001.

Producto esperado: Informe del laboratorio acreditado

Todas las acciones descritas en este documento, se concentran en el catálogo de eventos el cual servirá para la medición de los avances físico-financieros del contrato de la Operación y mantenimiento de cada PTAR, así como la medición de los pagos correspondientes, presentando para efectos de la integración del Expediente Final de la empresa, todos y cada uno de los productos solicitados para soporte de las acciones, hasta la elaboración del informe final, a entera satisfacción de la CEA.





## ENTREGABLE:

### INFORME DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El informe de operación y mantenimiento entregable al término del periodo establecido entre la CEA y Empresa consultora, 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.
- **Checar 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.
- **Checar 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.
- **Checar mediante análisis de laboratorio las características, físicas y químicas del agua**, como son: **G Y A, P, N, DBO, SST, y DQO**, todo con la finalidad de conocer el grado de contaminación para poder realizar los ajustes necesarios en el proceso de tratamiento.

#### 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 una plataforma lo más alejado en el interior de la planta, que se accesible para un camión recolector.
- **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 por que 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.
- **Checar 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, siempre y cuando haya estructura y equipo para realizarlo, de lo contrario solicitar el apoyo de una grúa.
- **Checar los equipos de columna**, la revisión consiste en observar los depósitos de aceite de lubricación que mantengan su nivel, lubricación de chumaceras. En este caso si el equipo deja de sacar agua retirar el equipo con la grúa y revisar el impulsor.

### Hidrocriba

- **Criba**, la limpieza de la rejilla de la criba debe ser frecuente para evitar derrames de agua residual al piso, el bagazo se debe de recolectar en tambos de plástico perforados, tener los suficientes tambos 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, licor mezclado y alimento**, 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 es 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.
- **Revisión de los Sólidos Suspendidos Totales (SST)**, son el **residuo no filtrable** de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica, la importancia de este parámetro radica en que se utiliza para calcular tanto el tiempo medio de retención celular (TMRC) como la relación alimento microorganismo (F/M), se multiplica por 0.20 que representa, el 20% de material inorgánico, del total de los SST.
- **Revisión de los Sólido Suspendidos Volátiles (SSV)**, Son aquellos **sólidos constituidos por sólidos sedimentables, sólidos en suspensión y sólidos coloidales, pero en el proceso de tratamiento representan los microorganismos**, este parámetro se utiliza para calcular tanto el tiempo medio de retención celular (TMRC) como la relación alimento microorganismo (F/M).
- **Revisión de la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)**, su importancia radica en que con ella se calcula la producción de la biomasa, y se utiliza para calcular la (F/M).

### Clarificador Secundario

- **Checar 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.
- **Checar frecuentemente 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.

### 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 Luz Ultra Violeta (UV), por lo que se deberán de especificar las características del equipo UV 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, 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 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 las características del equipo de medición instalados en cada una de las plantas de tratamiento, incluir 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 CEA.

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.
- **Checar 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.
- **Checar la concentración de SST**, parámetro que se utiliza para el cálculo de la purga de los lodos para desecho hacia los digestores. La purga forma parte de los datos en el cálculo del TMRC.

Es importante 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

Los sistemas propuesto por la CEA para el desaguado de lodos corresponden a equipos mecanizados 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 recomendación es revisar en cada cambio de turno el estatus de todo el equipo.

- **Checar bombas sumergibles**, por lo general estos equipos en difícil de verlas físicamente, pero hay que revisar la vibración en el manifold de descarga,
- **Checar el flujo de descarga del equipo sumergible**, es necesario revisar en la criba que el caudal sea constante, si disminuye el flujo es posible que la bomba tenga tapón o el impulsor esté semi atascado, retirar el equipo y limpiarlo.
- **Checar 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.
- **Checar 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.
- **Checar equipo de aireación, revisar**, temperatura del motor, de los cabezales o turbinas, revisar el estado de los filtros de aire, checar niveles de aceite, escuchar ruidos anormales de motor, cabezal o turbina.
- **Checar 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.
- **Checar 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, validades 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.

Para cada una las plantas de tratamiento de aguas residuales, el licitante deberá de entregar la tabla de costos reales de operación y mantenimiento especificando los costos fijos y variables por mes acompañados de los recibos y/o documentos comprobatorios **RELACION DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PTAR.**

### DISPOSICIONES GENERALES

#### 1 Periodo de ejecución.

El periodo de los servicios de la empresa externa será conforme a lo especificado en el contrato de servicios correspondiente, a partir de la entrada en vigor del contrato y establecido en su modelo que forma parte integrante de los documentos de la convocatoria.



## 2 Forma de pago de los Servicios.

La Comisión Estatal de Agua, evaluará los avances físicos, calificará técnica y administrativamente los trabajos y, en su caso procederá a aprobar la estimación correspondiente. 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 esta LICITACION, los LICITANTES deben mostrar evidencia de cumplir, con todos los requisitos establecidos en la CONVOCATORIA y en estas BASES DE LICITACIÓN; así como tener capacidad administrativa, técnica y financiera para cumplir con sus obligaciones derivadas del CONTRATO.

Para eso, los interesados entregarán la siguiente información con su PROPUESTA TÉCNICA y, en su caso, otorgarán las facilidades necesarias a la CEA para comprobar su veracidad.

a) El LICITANTE deberá comprobar a través de la documentación adecuada, lo siguiente:

- a.1) Haber puesto en marcha y la operación de cuando menos dos PTAR ya sea de inversión pública o privada, con una capacidad mínima de 20 L.P.S. durante un periodo mínimo de 1 año y que estas mismas plantas estén actualmente en operación a satisfacción del propietario actual.

Identificación de los trabajos similares realizados por el licitante relativas a la puesta en marcha, estabilización, así como de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con un capacidad de más de 20 lps, los cuales deberán ser acreditados con copias de actas de entrega recepción y/o finiquitos, para dar veracidad de la información presentada; en caso de obras y/o servicios realizadas subcontratadas o con particulares, también se deberá de incluir la copia del contrato del titular responsable de los trabajos.

además, los licitantes deberán acreditar la documentación adecuada para comprobar la ejecución de los servicios o trabajos siguientes:

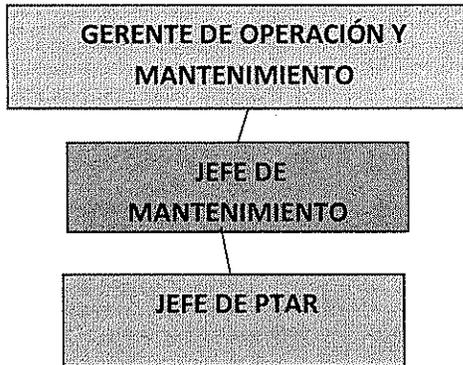
- a) El organigrama del personal encargado de puesta en marcha, estabilización, operación y mantenimiento de las PTAR's
- b)
- Gerente de Operación y mantenimiento (con mínimo 5 años de experiencia en operación y mantenimiento de PTAR)
  - Ingeniero de Mantenimiento (con mínimo 5 años de experiencia en mantenimiento de PTAR)
  - Jefe de PTAR (con mínimo 5 años de experiencia en operación de PTAR)

Cada Curriculum deberá ser acompañado de la copia del título o títulos del profesionista.

El licitante deberá de integrar a este documento una lista de obras operadas de acuerdo al siguiente formato:

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

Para efectuar las actividades de la empresa, el adjudicatario del contrato de operación y mantenimiento deberá disponer de la plantilla integrada con profesionistas titulados y personal técnico calificado; con amplia experiencia en cada una de las especialidades que se requieren para llevar a buen término el proyecto en materia; tanto en campo como en gabinete. A continuación, se presentan la plantilla mínima requerida para atender las diversas etapas objetos de estos Términos de Referencia.



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.

Durante la ejecución del contrato, la plantilla de personal podrá ser modificada tanto en cantidad de personal, tiempo o incidencia; dependiendo de la necesidad real de su intervención a juicio de la CEA.

En el caso de que al inicio o durante el desarrollo de los trabajos, la CEA 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, 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 notificación.

*(Handwritten signatures and marks)*

La CEA 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. La empresa de no podrá iniciar los trabajos sin cumplir satisfactoriamente con este requisito.

El adjudicatario del contrato será responsable de las relaciones laborales con su personal, así como del cumplimiento de las obligaciones que emanan de la Ley Federal del Trabajo, Tributarias, etc.

#### II.4 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 CEA cuenta con un espacio que compartirá con el personal de la empresa, bajo la premisa que, al delegar esta actividad, las visitas del personal que directamente está asignado a la CEA será intermitente.

#### II.5 Mobiliario y equipo de trabajo.

Dotará con equipo de telefonía celular en la oficina de campo, así como para el personal de campo que a su juicio lo requiera. El adjudicatario del contrato será responsable de la transportación de su personal al sitio de la obra. Deberá de considerar que, contará con al menos un vehículo para recorridos de manera conjunta con la residencia de la CEA, autoridades, entre otros.

#### CONFIDENCIALIDAD Y EXCLUSIVIDAD.

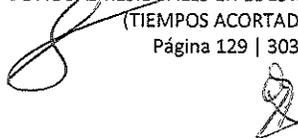
La EMPRESA externa se compromete a no utilizar para otros fines la documentación generada durante el desempeño de sus actividades, así como la información que le sea proporcionada, ya sea a través de la propia CEA o del Comité Técnico, de tal manera, de preservar y hacer preservar los derechos que poseen tanto la CEA como la EMPRESA. Para tal fin, se deberá suscribir un acuerdo de confidencialidad donde cada uno de los participantes de la empresa firme de conformidad y se comprometa a cumplir este acuerdo, estableciendo claramente las sanciones en que incurrir en caso de incumplimiento de dicho acuerdo.

#### INSTRUCCIONES A LOS LICITANTES.

La Comisión Estatal del Agua de Jalisco verificará que los integrantes de la plantilla de personal propuesta por la Empresa cumplan con el perfil del puesto asignado, mismos que se enuncian a continuación:

#### GERENTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Ingeniero Civil, Ing. Químico, Ing. Ambiental, Ing. Industrial o similar, titulado, con experiencia mínima de 10 años en la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales. Deberá conocer y aplicar las Normas, Reglamentos y Lineamientos Técnicos, Manual de Operación y Mantenimiento y demás disposiciones aplicables que aseguren la correcta operación de cada PTAR. Será quien coordine las actividades de Operación y Mantenimiento.





### Responsabilidades:

Representante designado por parte de la Empresa de Consultoría para la Operación y Mantenimiento de cada PTAR ante la CEA y la empresa, como responsable de la ejecución de los servicios descritos en estos Términos de Referencia.

Responsable 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 CEA y la empresa, coadyuvando a la CEA 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.

Verificará que la EMPRESA 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.

Verificará la operación, conservación, mantenimiento, reposición de equipos, la remoción y disposición final de los sólidos y arenas del pretratamiento y de los biosólidos.

Verificará 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 CEA.

Verificará, revisará y validará el contenido de los informes semanales, mensuales, trimestrales y anuales elaborados por la empresa y acordados y comunicados a la CEA.

Verificará el cumplimiento periódico y normativo del laboratorio externo acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobado por la CONAGUA por parte de la empresa, para la colecta de muestras de agua y/o lodos, así como sus análisis, registros y entrega de resultados para su interpretación.

### **JEFE DE PLANTA**

Profesional Técnico con experiencia mínima de 5 años y al menos tres plantas en la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento y/o Servicios similares a los solicitados en estos Términos de Referencia, Encargado de dar seguimiento y verificación de la operación y control de procesos de cada PTAR, sujetándose estrictamente al cumplimiento del Manual de Operación.

### Responsabilidades:

Apoyará 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 CEA y del control de los servicios del Laboratorio Externo.

Verificará y dará 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.



Verificará 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.

Verificará 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.

Verificará y dará 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.

Observará 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 CEA para que de manera conjunta con la empresa, 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.

Verificará 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-1996, observando y dando seguimiento al muestreo y análisis de los parámetros de las distintas frecuencias consideradas.

Verificará y dará 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.

### Equipo de transporte.

La empresa Supervisora proporcionará el transporte necesario para efectuar las actividades descritas en estos Términos de Referencia, tomando en cuenta que el personal se trasladará a cada uno de los lugares de trabajo, al personal que deba instalarse a pie de obra para tener oportunamente los resultados de pruebas e inspecciones requeridas por la operación. En su propuesta técnica y económica, la Supervisora considerará la renta o adquisición de vehículos, los cuales deberán reunir las características necesarias para el tipo de trabajo y terreno donde se ejecuten las actividades de operación y control de calidad.

### Unidad tipo sedán o Pick Up

Se entenderá por unidad tipo sedán un automóvil tipo compacto cuatro puertas para cinco pasajeros equipado con aire acondicionado o camioneta tipo Pick Up dos puertas para tres pasajeros equipada con aire acondicionado.



### Equipo de cómputo e impresora a color

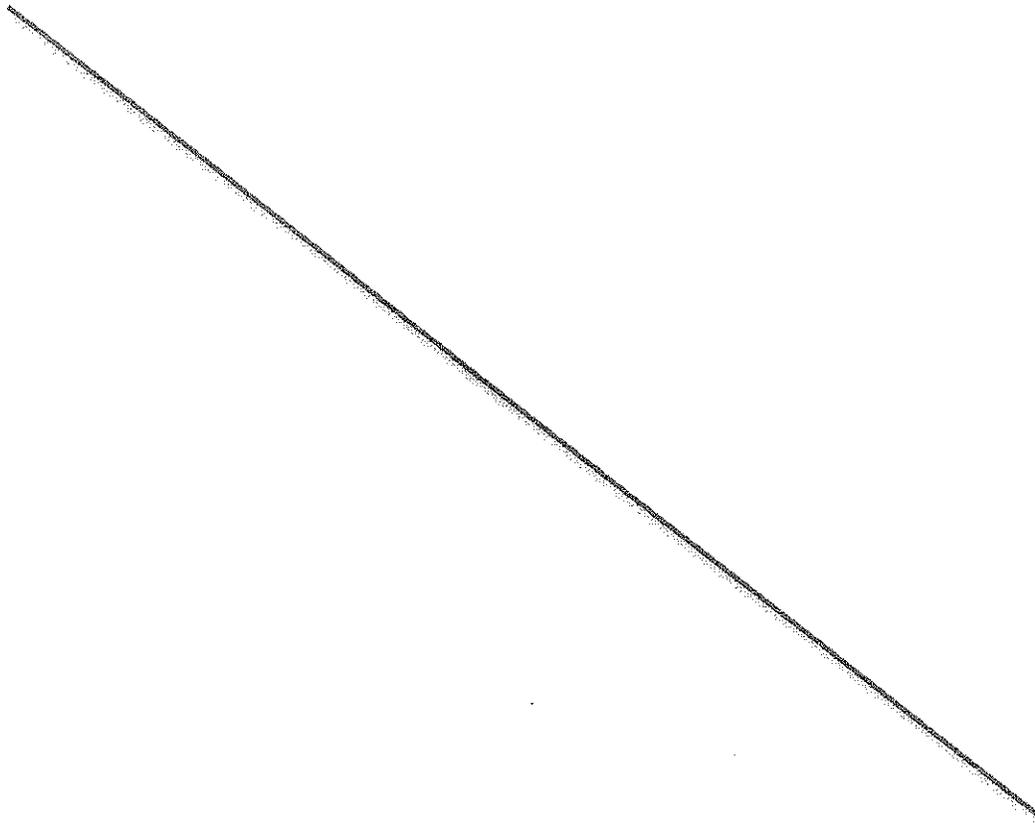
Se entenderá por equipo de cómputo, impresora a color de alto rendimiento, a los implementos que utilizará la supervisora para el procesamiento de los datos generados durante la ejecución del contrato. El equipo de cómputo mínimo requerido será:

Las computadoras personales deberán contar como mínimo con procesador Pentium ó DUALCORE, a 3.00 GHz. 4 u 8 Gb de memoria RAM y disco duro de 500 Gb deberá contar con el software propio de la empresa y los autorizados (Licencias) para el manejo de textos, hojas de cálculo. Los medios de impresión deberán ser capaces de manejar colores y cubrir totalmente las necesidades de impresión. Este equipo será utilizado para todas las informaciones oficinas o documentos, programas, reportes, etc.

Es responsabilidad de la Empresa, que los equipos de cómputo e impresión estén operando en forma continua y eficiente durante la ejecución del contrato; por lo tanto, deberá tomar las provisiones necesarias para que en los casos de falla o reparación se cuente con los sustitutos correspondientes en un plazo no mayor a cinco (5) días.

Además, se deberán considerar las actualizaciones necesarias del equipo de cómputo de acuerdo a los cambios tecnológicos que se presenten en su momento.

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.



## ANEXO 1

### LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL CON CONCURRENCIA DEL COMITÉ

CEAJ-DSOPT-SPTAR-LPN-001/2022

#### “SERVICIO PARA LA CONTRATACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL ESTADO DE JALISCO”

#### “TIEMPOS ACORTADOS”

### PARTIDA 2: SERVICIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (CONSISTENTE EN 9 PLANTAS).

#### TÉRMINOS DE REFERENCIA

ARRANQUE, PUESTA EN MARCHA, ESTABILIZACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TRANSITORIO DE 9 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, ASÍ COMO LA CAPACITACIÓN DE PERSONAL Y PRUEBAS DE CALIDAD DEL AGUA TRATADA.

#### ANTECEDENTES

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 en nueve (9) 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 (CEA) 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 obras de saneamiento en el estado de Jalisco:

1. Varias localidades, Lagos de Moreno
2. San Juan de los Lagos
3. Yahualica de González Gallo
4. Arandas



5. Santa María del Valle, Arandas
6. San Miguel de la Paz, Jamay
7. Residencial La Capilla, Ixtlahuacán de los Membrillos
8. Varias localidades, Ixtlahuacán de los Membrillos
9. 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. Varias localidades, Lagos de Moreno

La planta de tratamiento de aguas residuales trata las aguas residuales sanitarias de las localidades de Buenavista, Torrecillas, El Bajío y Orilla del Agua, del municipio de Lagos de Moreno, Jalisco.

El caudal nominal de diseño de la PTAR "Lagos de Moreno" es de 10 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-1996, 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
- Hidrocriba
- Reactor Biológico A<sup>2</sup>/O (Zona: Anaerobia, Anóxica, Aerobia)
- Clarificación secundaria
- Microfiltración con Filtros de Lecho Profundo
- Desinfección con luz Ultravioleta.

#### Tratamiento de lodo:

- Digestión aerobia de lodos.
- Desaguado de lodos con Lechos de Secado

### B. Descripción del proceso

#### i. 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.

**Pretratamiento, desarenado y medición de flujo:** El agua residual pasa a la etapa de cribado, desarenado y medición de flujo, contándose con dos canales, uno en operación y otro en reserva controlados mediante compuertas de operación manual.

## ii. Tratamiento secundario

**Proceso A<sup>2</sup>/O:** El proceso A<sup>2</sup>/O está diseñado para la eliminación de nitrógeno y de fósforo, aunque la desnitrificación completa no es posible. Básicamente, el proceso A<sup>2</sup>/O es una modificación del proceso A/O, ya que añade una zona anóxica entre las zonas anaerobia y 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.

- 1. 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 habilidad especial de oxidar materia orgánica. Cuando los lodos que contienen estos organismos entran en contacto con las aguas negras, los materiales orgánicos se oxidan, 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.
- 2. 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).
- 3. Zona anaerobia:** La función de la zona de contacto anaerobia permite la remoción biológica de fósforo. El fósforo presente en el agua residual es incorporado dentro de la biomasa de las células, el cual es removido del proceso como resultado de lodo de desecho. Los organismos acumuladores de fósforo (PAO) son alentados a su crecimiento y consumo de fósforo en reactor con la configuración necesaria para proveer PAO con una ventaja competitiva sobre otras bacterias. La configuración del reactor para la remoción de fósforo consiste en un tanque anaerobio con un tiempo de retención de 0.5 a 1.5 h que se coloca antes de la zona anóxica y aerobia. El contenido del tanque anaerobio es mezclado para asegurar el contacto con el lodo activado recirculado y el agua residual. El tanque de contacto anaerobio ha resaltado sobre muchos sistemas anaerobios de crecimiento suspendido.

**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.

## iii. Tratamiento terciario

**Filtros de Lecho Profundo:** Los filtros de lecho profundo, tienen la finalidad de remover sólidos suspendidos en el agua de tamaños promedio de 5 micras con la zeolita y 20 micras en los filtros



multimedia (arena, grava y antracita). Esto quiere decir que todo sólido en suspensión (tierra, polen, basuras pequeñas, etc.) quedará retenido en el filtro para después ser desechado por el drenaje en el retrolavado; no permitiendo de esta forma que estos sólidos pasen al torrente de servicio.

Esta función tiene como beneficio que el agua tratada queda parcialmente libre de sólidos en suspensión los cuales afectan la calidad potable y de proceso del agua. Este proceso de filtración es del tipo profundo en donde la capa (cama) superior de material filtrante es la de mayor tamaño de fragmentos, después el agua pasa a una capa de menor tamaño de fragmentos y por último pasa por una capa fina de fragmentos que hacen la filtración final.

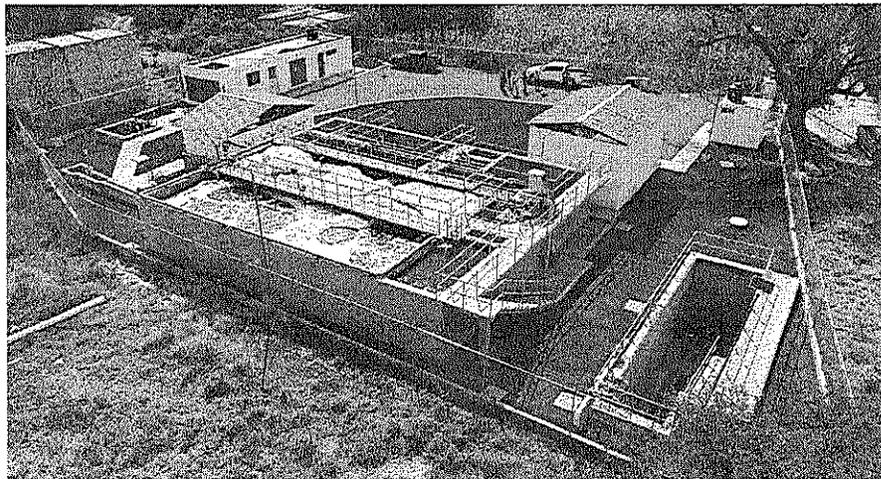
Estas capas de material tienen diferente densidad, de tal forma que al retrolavarse las capas se acomodan siempre de fragmentos mayores en la parte superior a fragmentos finos en la inferior. Todo esto va soportado por una capa de grava. Proporcionando de esta forma una gran capacidad de retención de sólidos suspendidos.

**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.

#### iv. Tratamiento de lodos

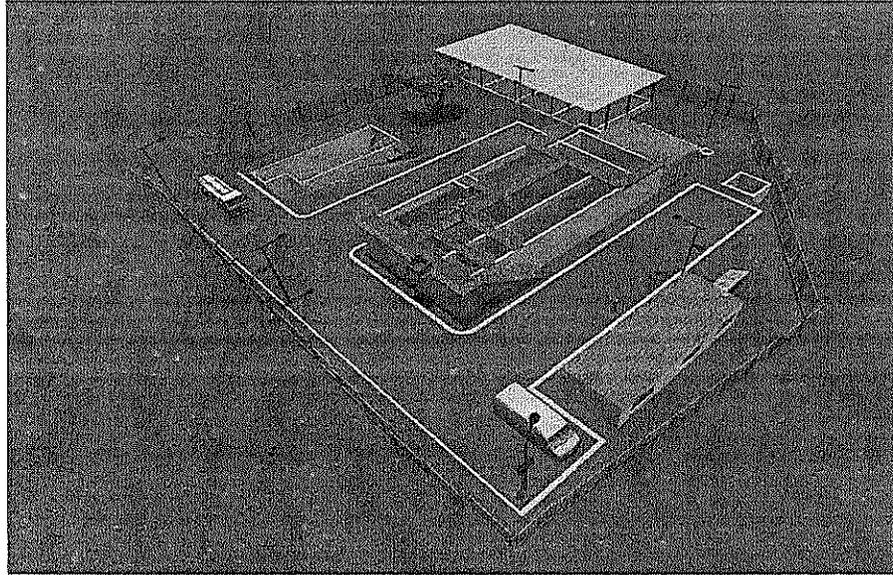
**Digestor aerobio de lodos:** Es un proceso en el cual se produce una aireación, por un periodo significativo de tiempo, de una mezcla entre lodo digerible de la clarificación secundaria con el resultado de una destrucción de células y una disminución de sólidos suspendidos volátiles. (SSV). El objetivo 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>).

**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 Lagos de Moreno

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



Arreglo virtual tridimensional de la PTAR Lagos de Moreno.

**D. Diagrama de flujo de proceso**

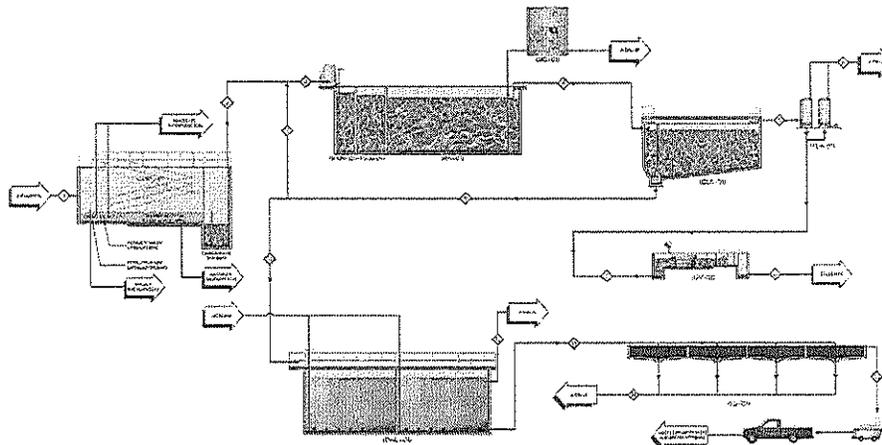


Diagrama de Flujo de Proceso

*[Handwritten signatures and marks]*



## 2. 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-1996, 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

#### i. 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.

#### ii. 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.

### iii. Tratamiento secundario

**Proceso Combinado:** El proceso Combinado está diseñado para la eliminación de DBO5, SST, nitrógeno y de fósforo 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 oxicas y anoxicas 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.

1. **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.
2. **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.

### iv. 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

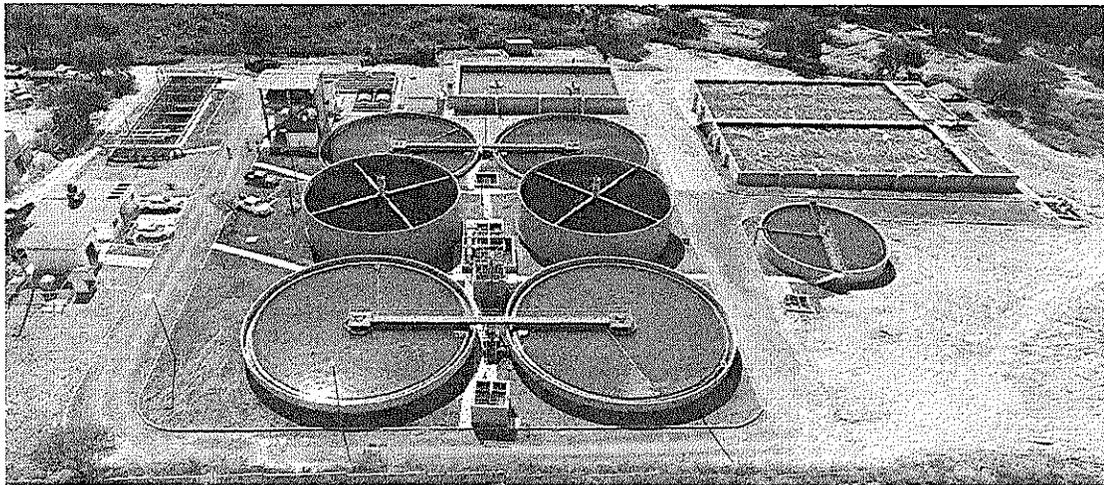
este respecto se asegura el cumplimiento con la cada vez más estricta normativa de descarga del efluente de agua residual.

#### v. 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