

CONTENIDO CAPITULO 2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
2.1 <i>Información general del proyecto.....</i>	3
2.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO	3
2.1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
2.1.3 UBICACIÓN FÍSICA	6
2.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.....	10
2.2 <i>Características Particulares del proyecto</i>	11
2.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO.....	11
2.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL	15
2.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL	16
2.2.4 CONDICIONES DE DISEÑO.....	17
2.2.5 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	23
2.2.6 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	30
2.2.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	30
2.2.8 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.....	42
2.2.9 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.....	43
2.2.10 RESIDUOS	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1. Superficies del proyecto	9
Tabla 2- 2. Programa de ampliación PTAR "El Ahogado"	12
Tabla 2- 3. Condiciones de calidad de agua de influente	20
Tabla 2- 4. Condiciones de calidad de agua efluente	21
Tabla 2- 5. Condiciones actuales y condiciones de la ampliación de la PTAR "El Ahogado"	22
Tabla 2- 6. Factor de emisiones de los principales gases de combustión.	44
Tabla 2- 7. Cálculo de km recorridos por camiones con residuos de excavación.....	45
Tabla 2- 8. Emisión de camiones	45
Tabla 2- 9. Resumen del volumen de gases de combustión durante los trabajos preliminares de la obra.	46
Tabla 2- 10. Equipos frecuentemente utilizados en las obras y decibeles emitidos por maquinaria.....	47
Tabla 2- 11. Cálculo del volumen de descargas con respecto al No. de sanitarios portátiles instalados.....	49
Tabla 2- 12. Aproximación de emisiones anuales en operación por uso de camiones de carga pesada.	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 2- 1. Coordenadas de los vértices del predio del proyecto.	6
Figura 2- 2. Superficie disponible para las obras del proyecto.....	8
Figura 2- 3. Superficie disponible para la construcción del proyecto.....	10
Figura 2- 4. Municipios que componen la ZMG, dentro del estado de Jalisco	15
Figura 2- 5. Representación gráfica de la cuenca El Ahogado en la Zona Metropolitana de Guadalajara.	16
Figura 2- 6. Ubicación del predio de la PTAR "El Ahogado", colectores generales y límite de la Cuenca del Ahogado.	17
Figura 2- 7. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento	18
Figura 2- 8. Esquema de producción de biogás y Cogeneración.....	19

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Figura 2- 9. Propuestas para el proceso constructivo de la Plataforma y Vialidades. 24
Figura 2- 10. Propagación del Sonido con la distancia. 48

INDICE DE MAPA

Mapa 2- 1. Macro localización del proyecto 7

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

2.1 Información general del proyecto

2.1.1 Naturaleza del proyecto

Con fecha 2008. La Comisión Estatal del Agua. Obtuvo la aprobación de la Manifestación de impacto ambiental modalidad particular sector hidráulico. Planta de tratamiento de aguas residuales de la cuenca el ahogado y sus obras asociadas.

El desarrollo regional en el Estado de Jalisco se ha concentrado en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), mismo que se ha visto acompañado por un acelerado proceso de urbanización y una importante concentración de población, lo que deriva al mismo tiempo en la necesidad de disponer de una mayor y mejor infraestructura de servicios básicos, así que si bien la PTAR El Ahogado fue diseñada y construida con una intencionalidad de uso de 20 años, las proyecciones poblacionales oficiales fueron rebasadas y actualmente se encuentra funcionando al 100% de su capacidad de tratamiento, es decir los 2,250 lps, con volúmenes excedentes que deben ser tratados acorde a la normatividad ambiental aplicable.

La alta concentración de población en los municipios metropolitanos aunado al notable crecimiento de las áreas urbanas de Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y Zapotlanejo, dieron lugar al incremento de necesidades de tratamiento de las aguas residuales generadas; el Área Metropolitana de Guadalajara, conformada por nueve municipios (Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos, Zapotlanejo), se coloca como la segunda más importante del país y en conjunto se considera que tiene una población al año 2020 de 5'219,046 habitantes.

De acuerdo con las tasas de crecimiento poblacional, el Consejo Nacional de Población (CONAPO) calcula que para el año 2030 se tendrá una población de 5'621,103 habitantes, lo que muestra la importancia y atención que requiere la Ampliación de la PTAR El Ahogado, por parte del Gobierno del Estado de Jalisco, mientras que la población de los municipios metropolitanos al año 2020 es de 5'067,435 habitantes, la proyección al año 2030 es de 5'460,448 habitantes. Para garantizar las metas establecidas en el "Programa de Saneamiento y Reúso de Agua de la ZCG", y tratar las aguas de desecho de la población asentada en la AMG, es necesario incrementar la capacidad de saneamiento instalada con la construcción de una planta adicional con capacidad de 1,000 lps.

El sitio donde se encuentra ubicada la PTAR El Ahogado es un predio propiedad del Estado de Jalisco, el cual tiene la capacidad para albergar las obras de construcción de la Ampliación de la PTAR El Ahogado, por lo cual no existe la necesidad de adquirir nuevos inmuebles para su construcción.

En virtud de que desde la entrada en operación de la PTAR El Ahogado, la CEA y los municipios conurbados ubicados en la cuenca de El Ahogado, han realizado obras de ampliación de las redes

de alcantarillado, así como la interconexión de subcolectores y colectores, se ha incrementado la aportación de las aguas residuales a la PTAR El Ahogado.

Actualmente, la PTAR El Ahogado opera al 100% de su capacidad de tratamiento medio de diseño de 2250 lps, lo que ocasiona que se derive, sin tratamiento biológico un afluente de entre 650 lps y 750 lps provocando la descarga de parámetros fuera lo establecido en la normatividad ambiental correspondiente.

Ante esta situación, se consideró la necesidad de incrementar la capacidad de saneamiento de un mayor volumen de Agua Residual, y por tanto se propone la construcción de las obras de ampliación de la PTAR El Ahogado para tratar un volumen adicional de 1,000 lps y agregar un tren de tratamiento terciario para los efectos que más adelante se exponen.

Se considera que con la implementación de este Proyecto permitirá dar cumplimiento al objetivo de saneamiento de la cuenca El Ahogado, a la par de eficiente las inversiones en el Estado de Jalisco en virtud de la promoción de una cultura de sustentabilidad a través del reúso del agua tratada para la zona industrial asentada en la cuenca.

2.1.2 Justificación

El presente proyecto es de interés público y estratégico para el saneamiento del rio Santiago. Y mejora de la salud de la zonas urbanas colindantes y aguas abajo.

Tomando en cuenta que conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 117 establece como criterios: que la prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país, que las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo y que la participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua. En este sentido se informa a esta soberanía que la infraestructura que opera la prestadora de los servicios de saneamiento ya se encuentra rebasada por los caudales de Aguas Residuales de origen urbano, debiendo desechar agua residual sin tratar al cuse del río Santiago debido a que la PLANTA DE TRATAMIENTO EL AHOGADO, recibe un promedio de 700 lps adicionales a su capacidad de diseño de 2,250 lps; motivo por el cual deben ser desviados. Esta circunstancia se debe a las siguientes condiciones.

- 1- *Que las condiciones orográficas del AMG, presiona para que el desarrollo de la misma se lleva a cabo más rápidamente en la zona sur, siendo los municipios de Tlajomulco de Zúñiga y el de Tlaquepaque, los que su urbanización ha generado rápidamente más desechos urbanos que los demás municipios que aportan sus aguas al tratamiento.*
- 2- *El desvío de las aguas de origen municipal compromete el cumplimiento de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, genera incumplimiento a lo prescrito en los artículos 117 y 123 de la Ley General*

- de Equilibrio y la Protección al Ambiente, así como al artículo 85 y 88 BIS fracción II, de la Ley de Aguas Nacionales, lo cual puede generar sanciones para nuestra Entidad.*
- 3- *Que para disminuir la presión a los acuíferos del AMG actualmente sobrexplotados y poder incrementar la disponibilidad de agua potable para los usuarios domésticos al liberar agua de primer uso que actualmente consumen los usuarios industriales, esta infraestructura considera el TRATAMIENTO TERCARIO, lo que promueve que la construcción y operación de la ampliación del Proyecto cuente con una mayor sustentabilidad que incide en los ámbitos Social, Económico y Medio Ambiente.*
 - 4- *Que el tratamiento terciario, generaría ingresos a la entidad por venta de agua tratada para los procesos industriales al entregárseles agua de buena calidad para uso de sus procesos industriales³*
 - 5- *Que el tratamiento terciario y la disponibilidad de 1,000 lps, tendría efectos positivos para atraer beneficios estratégicos adicionales promover proyectos e inversiones productivas con alta demanda de agua.*
 - 6- *Que con el tratamiento terciario se genera una recirculación de recursos económicos y se asegura una ganancia social.*
 - 7- *Que atender oportunamente la demanda de saneamiento de los volúmenes que se derivan sin tratamiento evitará la incidencia de enfermedades por el contacto que tienen con las A.R. vertidas sin tratamiento.*
 - 8- *Que la construcción de Ampliación de la PTAR EL AHOGADO proveerá de mayor eficiencia de producción de energía eléctrica a la planta, al incorporar a la digestión anaerobia mayor carga orgánica, lo que incrementa el rendimiento de producción de biogás para el sistema de cogeneración y permite un ahorro de energía al obtener mayor cantidad de electricidad proveniente del biogás.*
 - 9- *Que las aguas residuales al generar gases de Efecto Invernadero (GEI) por la descomposición de la materia orgánica que contienen; mediante estas acciones y al incorporar un sistema de tratamiento la estabilización anaerobia de los lodos y aprovechar el biogás producido en cogeneración de energía eléctrica, se reduce de manera importante la generación de GEI procedentes de esta fuente, con lo que se contribuye al logro de los objetivos de la ESTRATEGIA ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE JALISCO, VISIÓN 2050.*
 - 10- *Que con estas medidas se da atención a parte importante de las medidas cautelares otorgadas por la Comisión Estatal de Derechos Humanos, la Comisión Nacional de Derechos Humanos, y sobre todo la emitida el 7 de febrero de 2020, mediante la Resolución 07/20, por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) con el objeto de preservar la vida, integridad personal y salud de pobladores de las zonas aledañas al río Santiago, en Jalisco.*
 - 11- *Que, dentro de la Estrategia de Recuperación del Río Santiago implementada por el Gobierno de Jalisco, la cual atiende la diversidad de las causas de la contaminación, la Secretaría de Gestión Integral del Agua (SGIA) participa dentro de diversos componentes. Siendo uno de los principales el de Equipamiento y Servicios enfocado en la recuperación y construcción de infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales municipales. Con esta acción se incrementaría el gasto de agua residual tratada en un orden de 31.5*

millones de m3 anuales, los que se sumarían a los 25.13 millones de M3 tratados durante esta gestión en esta cuenca.

2.1.3 Ubicación física

2.1.3.1 Localización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Ahogado

Se localiza sobre el límite sur de la presa del Ahogado, a un costado de la cortina de la presa. Siendo su dirección catastral: Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

2.1.3.2 Coordenadas Geográficas

Latitud: 20°30'27.55"N

Longitud: 103°15'26.37"O

2.1.3.3 Polígono del predio del proyecto

La siguiente imagen presenta los vértices del predio de la planta del proyecto con la ubicación en coordenadas UTM, wgs84 zona 13N.

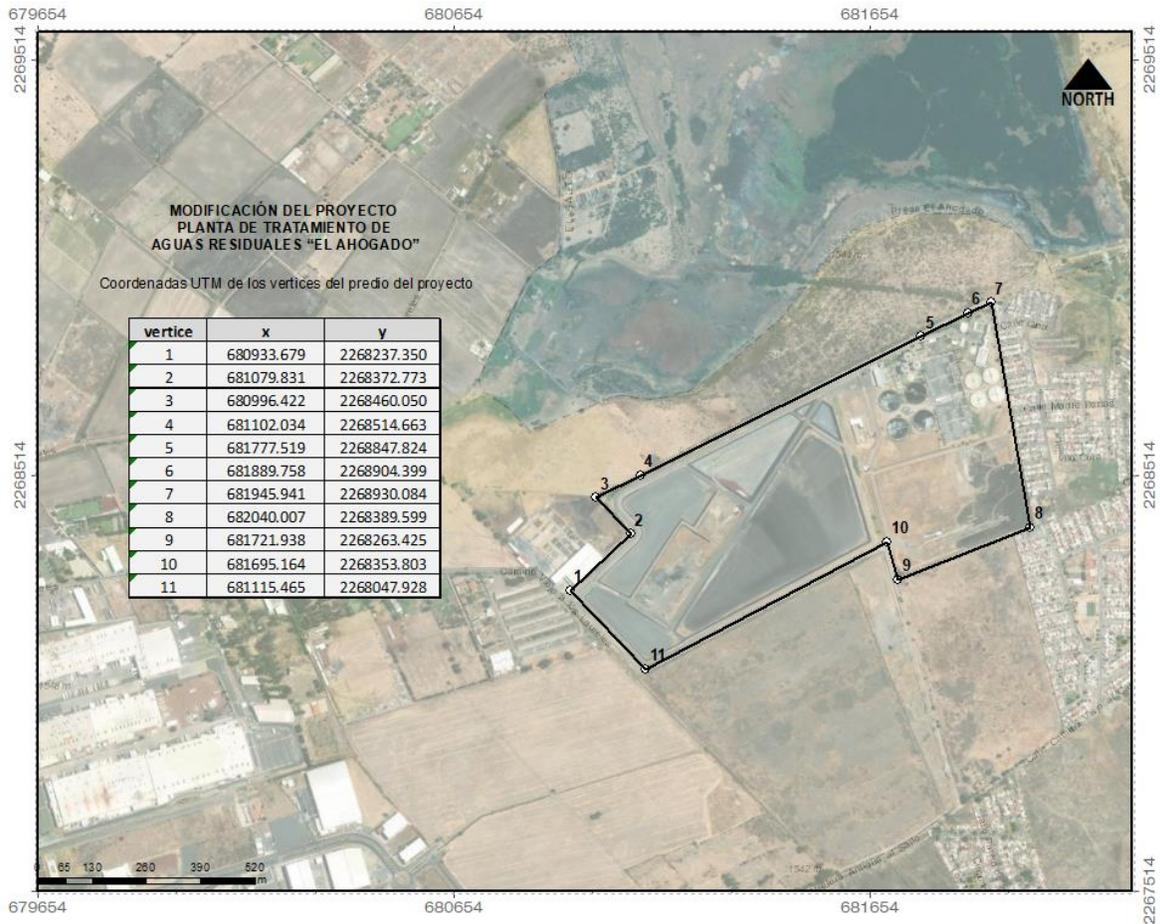


Figura 2- 1. Coordenadas de los vértices del predio del proyecto.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO



MODIFICACIÓN DEL PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES "EL AHOGADO"

Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Localización

Simbología

- PTAR "El Ahogado"
- División municipal

Escala de visualización: 1:200,000
 Proyección: UTM, WGS 84, zona 13N
 Basemap ESRI.

SAP
 SERVICIOS AMBIENTALES PROFESIONALES S.C.

2.1.3.4 Superficie total requerida para el proyecto

La superficie total del predio que compone la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "El Ahogado" se compone de 487,871.392 m².

El área disponible para las obras de ampliación del proyecto PTAR El Ahogado, corresponde a 121,212 m², lo que corresponde al 24.8% del total del predio de la Planta.

A continuación, se presenta un diagrama de la superficie disponible para el proyecto con respecto a la superficie de la totalidad de la planta.

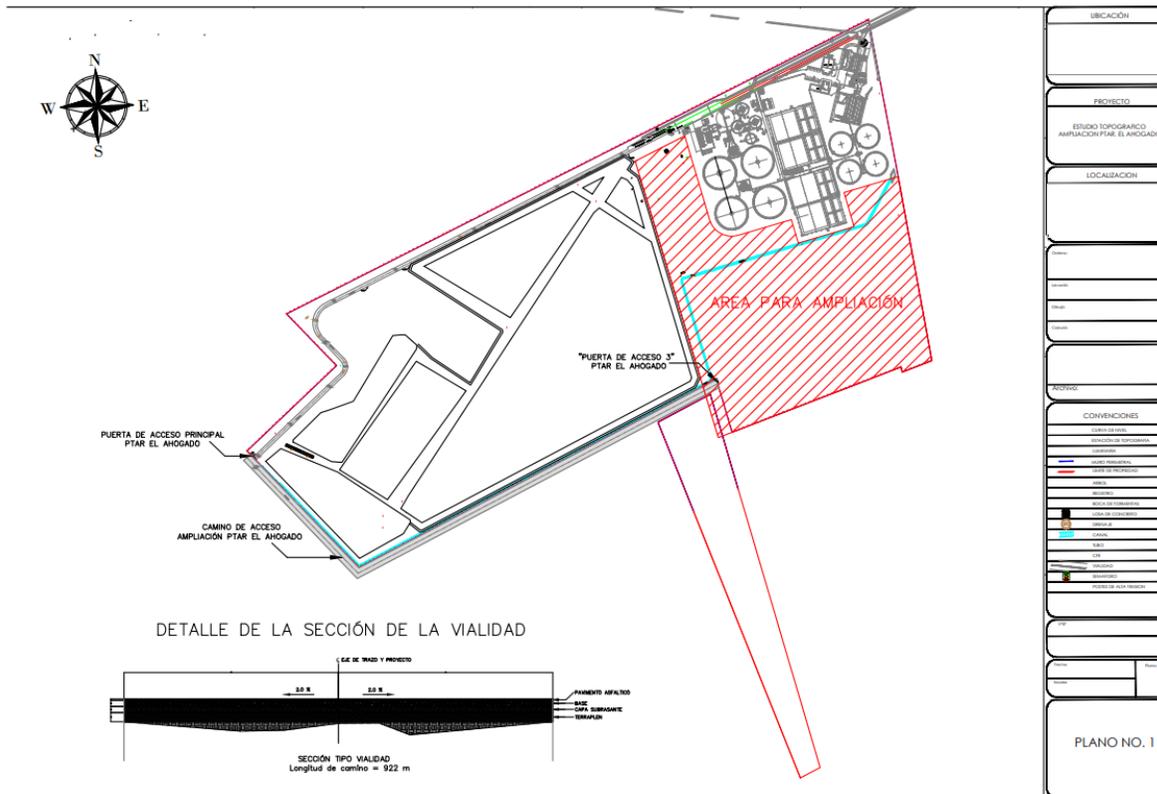


Figura 2- 2. Superficie disponible para las obras del proyecto.

2.1.3.5 Superficie que impactar

De la superficie disponible para la construcción del proyecto, será necesario, despalme y excavaciones para cimentación de 72,800 m² distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2- 1. Superficies del proyecto

Proceso	Superficie (m ²)
Clarificadores primarios	7000
Rectores biológicos	16400
Clarificadores secundarios	11500
Área de ozono	4900
Filtros de disco	4000
Digestores	2200
Filtros banda y Espesadores	8800
Vialidades y subestaciones	18000
Superficie total a intervenir	72800

2.1.3.6 *Estimación de los gases que se emitirá con la remoción de vegetación para las obras del proyecto*

La superficie disponible para las obras del proyecto presenta arbolado solo en el área limítrofe del predio, ninguna especie arbórea será afectada.

La totalidad de la superficie a impactar son terrenos de origen agropecuarios, mismos, ■ Que actualmente el PPDU los define como asentamiento humano, solo existe vegetación de tipo inducida tales como gramíneas. En la siguiente imagen se presenta el estado actual del predio del proyecto.





Figura 2- 3. Superficie disponible para la construcción del proyecto

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, sobre la superficie donde se pretende la construcción del proyecto, son terrenos de origen agropecuarios.

Los trabajos preliminares para la construcción del proyecto contemplan despalme de 15 cm¹ . y es durante estos trabajos en donde se emitirá CO₂, y otros gases de efecto invernadero, por remoción de herbáceas, despalme y excavación para cimentación.

En el apartado 2.2.9 Se presenta el cálculo de emisiones en trabajos preliminares.

2.1.4 Inversión requerida

Para la construcción del proyecto se calculó un estimado de \$1,157,075,985.00 (mil ciento cincuenta y siete millones, setenta y cinco mil novecientos ochenta y cinco pesos (MXN))

¹ De acuerdo con las propuestas del Estudio de Mecánica de Suelos para el proyecto.

2.2 Características Particulares del proyecto

La ampliación de la PTAR El Ahogado consiste en la construcción de un nuevo módulo completamente independiente de la PTAR existente a partir de la etapa de Tratamiento Primario, con la construcción de una línea de derivación a partir de las excedencias del pretratamiento existente.

2.2.1 Programa de trabajo

De acuerdo con el programa general de la obra, la duración de la ejecución del proyecto será de 24 meses, en donde se proyectan las siguientes actividades:

- 1 INSTALACIONES DE OFICINAS EN OBRA
- 2 PERSONAL DE LA EMPRESA PARA LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO
- 3 ACOMETIDAS
- 4 PRETRATAMIENTO
- 5 TRATAMIENTO PRIMARIO
- 6 TRATAMIENTO SECUNDARIO
- 7 TRATAMIENTO DESINFECCION OZONO
- 8 TRATAMIENTO TERCARIO
- 9 ESTACION DE BOMBEO
- 10 TRATAMIENTO DE LODOS
- 11 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DEL BIOGAS
- 12 EDIFICIO RELACIONADO CON LA DESINFECCION DE LAS AGUAS
- 13 EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACION DE REACTIVOS (EN SU CASO)
- 14 EDIFICIO DE ADMINISTRACION
- 15 EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN
- 16 CASETA DE VIGILANCIA
- 17 OBRA ELECTRICA
- 18 MONTAJE ELECTROMECHANICO Y DE TUBERÍAS
- 19 VIALIDADES
- 20 AREAS VERDES
- 21 SUPERVISION
- 22 GERENCIACIÓN
- 23 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Tabla 2- 2. Programa de ampliación PTAR "El Ahogado".

FORMATOS PT-AH																							
PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE "EL AHOGADO"																							
CONCEPTO	PERIODO DE CONSTRUCCIÓN																					PERIODO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	INSTALACIONES DE OFICINAS EN OBRA																						
2	PERSONAL DE LA EMPRESA PARA LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO																						
3	ACOMETIDAS																						
	3.1.	Acometida Eléctrica (Media Tensión)																					
	3.2.	Acometida Agua Potable y Servicios																					
	3.3.	Acometida Teléfonos																					
	3.4.	Camino Acceso PTAR																					
4	PRETRATAMIENTO																						
	4.1.	Obra Civil																					
	4.2.	Equipos Electromecánicos																					
	4.3.	Instrumentación																					
5	TRATAMIENTO PRIMARIO																						
	5.1.	Obra Civil																					
	5.2.	Equipos Electromecánicos																					
	5.3.	Instrumentación																					
6	TRATAMIENTO SECUNDARIO																						
	6.1.	Obra Civil																					
	6.2.	Equipos Electromecánicos																					
	6.3.	Instrumentación																					
7	TRATAMIENTO DESINFECCION OZONO																						
	7.1.	Obra Civil																					
	7.2.	Equipos Electromecánicos																					
	7.3.	Instrumentación																					
8	TRATAMIENTO Terciario																						
	8.1.	Obra Civil																					
	8.2.	Equipos Electromecánicos																					
	8.3.	Instrumentación																					
9	ESTACION DE BOMBEO																						
	9.1.	Obra Civil																					
	9.2.	Equipos Electromecánicos																					
	9.3.	Instrumentación																					
10	TRATAMIENTO DE LODOS																						
	10.1.	Espesamiento de Lodos Primarios (en su caso)																					
		10.1.1. obra civil																					
		10.1.2. equipos electromecánicos																					
		10.1.3. instrumentación																					
	10.2.	Espesamiento de Lodos Secundarios (en su caso)																					
		10.2.1. obra civil																					
		10.2.2. equipos electromecánicos																					
		10.2.3. instrumentación																					
	10.3.	Tanque de Almacenamiento de Lodos Espesados																					
		10.3.1. obra civil																					
		10.3.2. equipamiento																					
		10.3.3. instrumentación																					

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE "EL AHOGADO"																								
CONCEPTO	PERIODO DE CONSTRUCCIÓN																					PERIODO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10.4. Digestión Anaerobia																								
10.4.1. obra civil																								
10.4.2. equipamiento																								
10.4.3. instrumentación																								
10.5. Tanque de Almacenamiento de Lodos Digeridos																								
10.5.1. obra civil																								
10.5.2. equipamiento																								
10.5.3. instrumentación																								
10.6. Deshidratación de Lodos																								
10.6.1. obra civil																								
10.6.2. equipamiento																								
10.6.3. instrumentación																								
10.7. Disposición Final de los BIOSOLIDOS																								
10.7.1. equipamiento monorelleno																								
11. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DEL BIOGAS																								
11.1. Obra Civil																								
11.2. Equipos Electromecánicos																								
11.3. Instrumentación																								
12. EDIFICIO RELACIONADO CON LA DESINFECCION DE LAS AGUAS																								
12.1. Obra Civil																								
12.2. Equipos Electromecánicos																								
12.3. Instrumentación																								
13. EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACION DE REACTIVOS (EN SU CASO)																								
13.1. Obra Civil																								
13.2. Equipos Electromecánicos																								
13.3. Instrumentación																								
14. EDIFICIO DE ADMINISTRACION																								
14.1. Obra Civil																								
14.2. Equipamiento Laboratorio																								
14.2.1. mobiliario																								
14.2.2. equipos																								
14.2.3. reactivos																								
14.3. Mobiliario Oficinas																								
14.4. Equipos de Cómputo y de Oficinas																								
14.5. Equipamiento y Mobiliario Sanitarios																								
15. EDIFICIO DE TALLER Y ALMACEN																								
15.1. Obra Civil																								
15.2. Equipamiento Taller y Almacén																								
15.3. Mobiliario Oficinas																								
15.4. Mobiliario Taller y Almacén																								
15.5. Equipos y Herramientas de Mantenimiento																								
15.6. Equipamiento y Mobiliario Sanitarios y Vestidores																								
15.7. Equipamiento y Mobiliario Comedor																								
16. CASETA DE VIGILANCIA																								
16.1. Obra Civil																								
16.2. Equipamiento Sanitario																								
16.3. Mobiliario																								

2.2.2 Representación gráfica regional

Como se menciona en el apartado 2.1.3 La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Ahogado” se localiza dentro del municipio de Tlaquepaque, sobre el límite sur de la presa del Ahogado, a un costado de la cortina de la presa. Siendo su dirección: Camino Antiguo a los Laureles #1000, localidad de La Alameda, municipio Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

La planta de tratamiento de Aguas Residuales “El Ahogado”, sirve a cuenca establecida al sur del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Esta zona urbana se integra por el conjunto de municipios cuyas que por su crecimiento se han integrado en un núcleo poblacional continuo y que demanda día con día, mayores servicios urbanos integrales. El AMG comprende los municipios de *Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Zapotlanejo, Acatlán de Juárez y Tlajomulco de Zúñiga.*

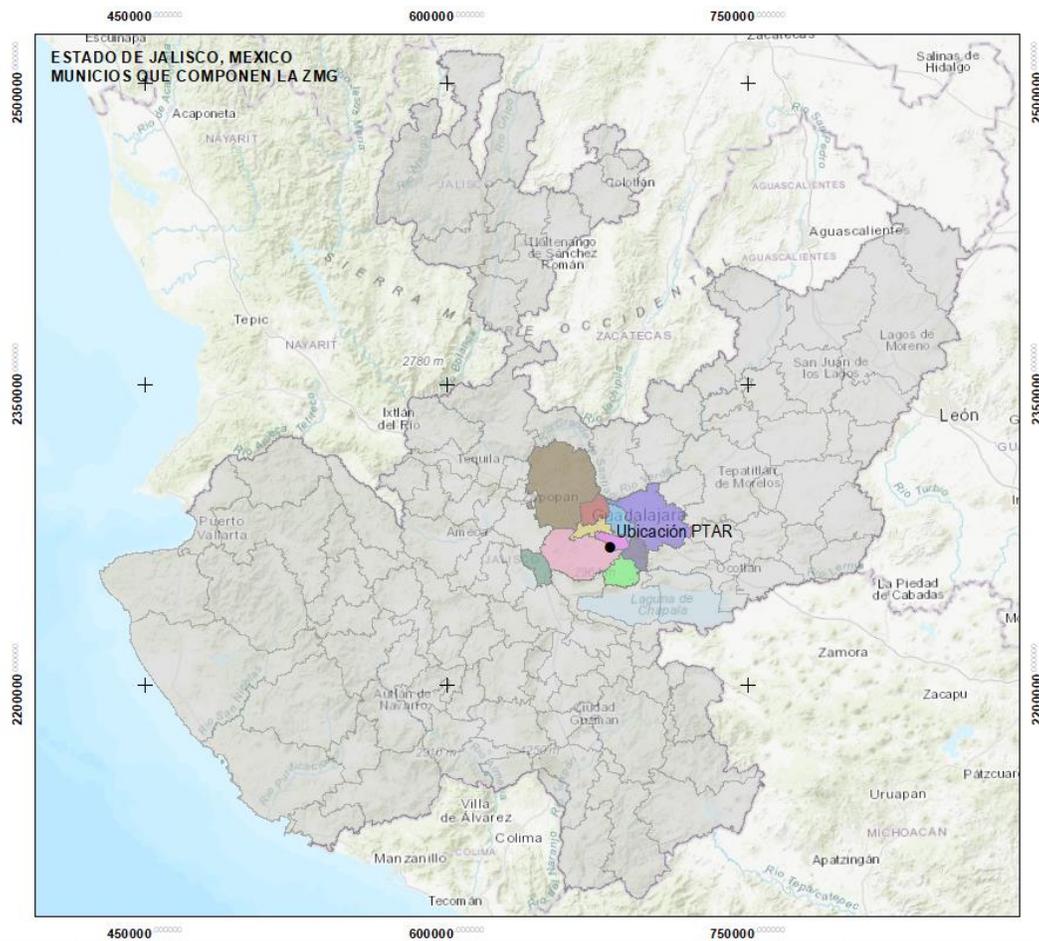


Figura 2- 4. Municipios que componen la ZMG, dentro del estado de Jalisco.

Para garantizar las metas establecidas en año 2003 en el “Programa de Saneamiento y Reúso de Agua de la ZCG”, y tratar las aguas de desecho del 29% de la población asentada en la AMG, es necesario incrementar la capacidad de saneamiento instalada con la construcción de una planta SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

adicional con capacidad de 1,000 lps, la cual se debe ubicar en los terrenos propiedad del Gobierno del Estado y actualmente comodatados en favor de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco.

2.2.3 Representación gráfica local

En la actualidad. Los colectores que alimentan la PTAR EL AHOGADO se encuentran dentro de la Cuenca del El Ahogado.

La Cuenca el Ahogado, tiene un área aproximada de 510 km², y se localiza al sur del AMG entre los 20°27'01" y los 20°40'03" de latitud norte y entre 103°10' de longitud Oeste. Su máxima longitud en sentido Este Oeste es de 38.5 km., y de Sur a Norte de 24.5 km. Con una altitud de 1,550 sobre el nivel medio del mar. Los límites de la cuenca "El Ahogado" forman parte de los municipios de Zapopan, Tlaquepaque, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga.

De la cuenca de EL Ahogado el 23.0% corresponde a Áreas Urbanas; 34.3% a Áreas Verdes; 2.3% a Cuerpos de Agua y 26.2% a Reserva Urbana. El área urbanizada se divide en urbanas (9,633 has), poblados (1,393 Has), industriales (328 Has) y la zona del aeropuerto (300 has).

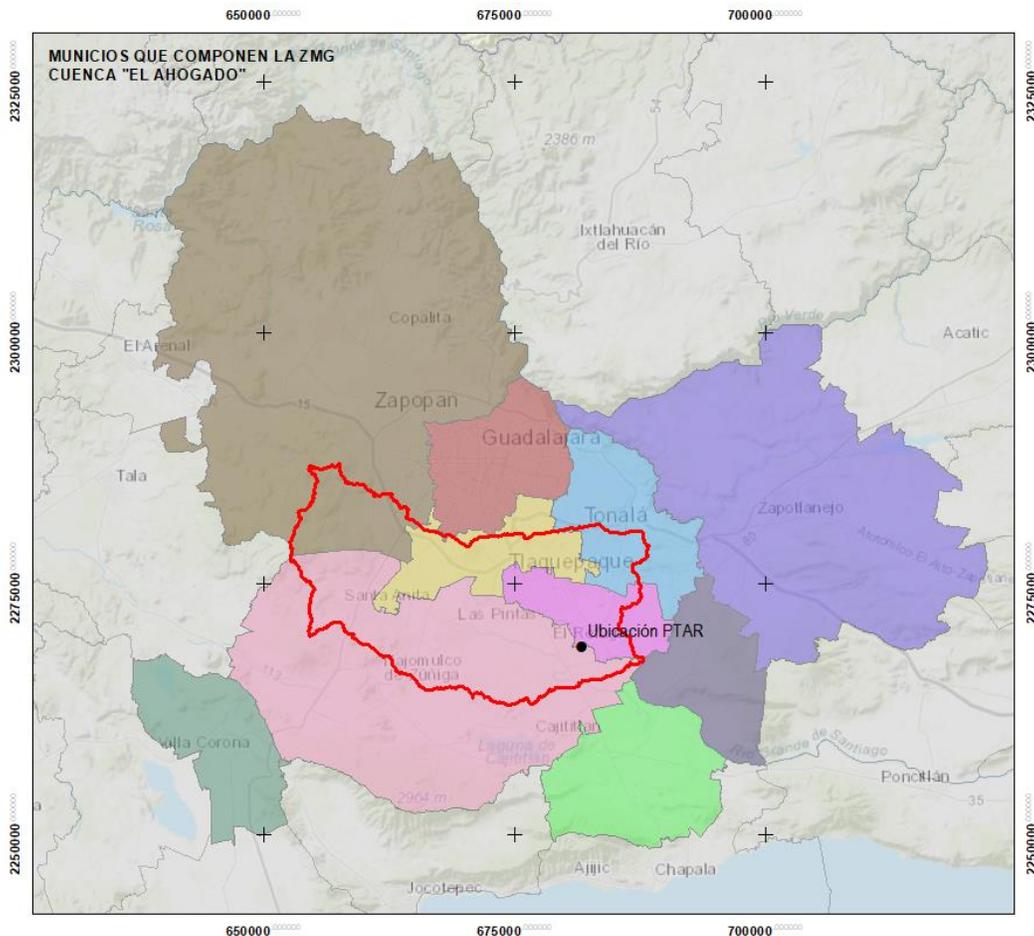


Figura 2- 5. Representación gráfica de la cuenca El Ahogado en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Como ya se mencionó con anterioridad, el predio del proyecto de la PTAR "El Ahogado" se encuentra sobre el límite sur de la presa del Ahogado, a un costado de la cortina de la presa, cuenta con una superficie total de 487,871.392 m²

En la siguiente figura se muestra de manera general y esquemática la disposición de la infraestructura de colectores principales existentes, el predio del proyecto y el límite de la cuenca El Ahogado.

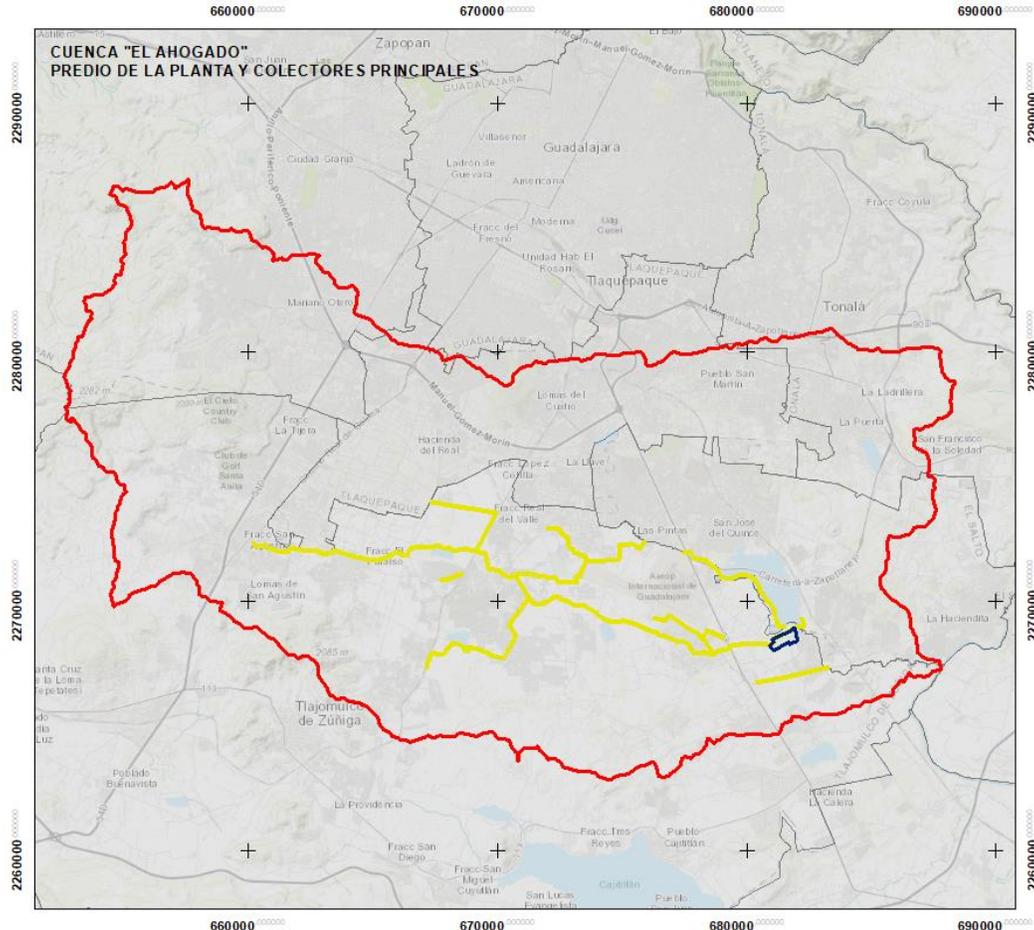


Figura 2- 6. Ubicación del predio de la PTAR "El Ahogado", colectores generales y límite de la Cuenca del Ahogado.

2.2.4 Condiciones de diseño

Para las condiciones de diseño de la Ampliación de la PTAR en capacidad, se debe considerar un flujo medio de diseño de 1.000 lps y un flujo máximo instantáneo de 1,800 lps con una duración máxima de 4 horas.

La construcción de la planta considerará los siguientes procesos.

1. Obra de interconexión a partir del sistema de desarenado-desengrasado de la Planta existente y en operación de El Ahogado.
2. Tratamiento Primario
3. Tratamiento Secundario
4. Tratamiento de Lodos, incluye su digestión, transporte y disposición final.
5. Interconexión para alimentar de biogás generado en la digestión de lodos a un sistema de Cogeneración.
6. Tratamiento Terciario.
7. Desinfección UV, de agua tratada.
8. Canal Parshall para medición de agua tratada
9. Obra de conducción del agua tratada a descargar.
10. Transporte de lodos a su sitio de disposición final.
11. Sistema de control de olores
12. Construcción de vialidades internas

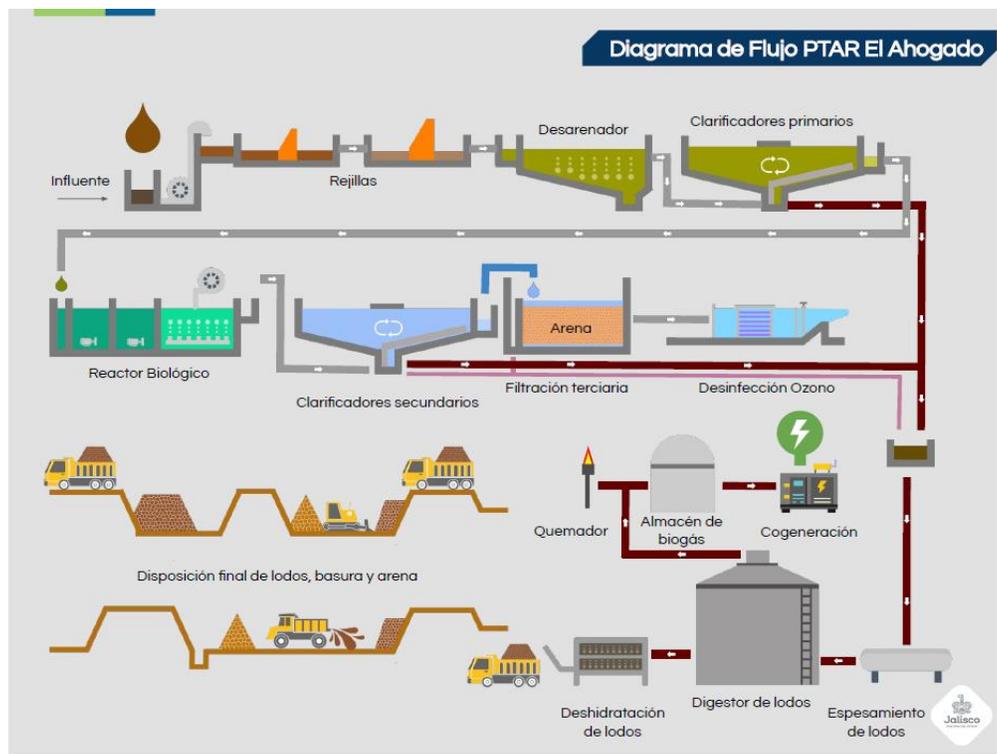


Figura 2- 7. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento

Los lodos procedentes del sedimentador primario se enviarán al tren de lodos existentes para su digestión y estabilización. Consiste en espesadores de lodos tipo banda, módulos de tratamiento para digestión anaeróbica y filtros banda para deshidratación de lodos digeridos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

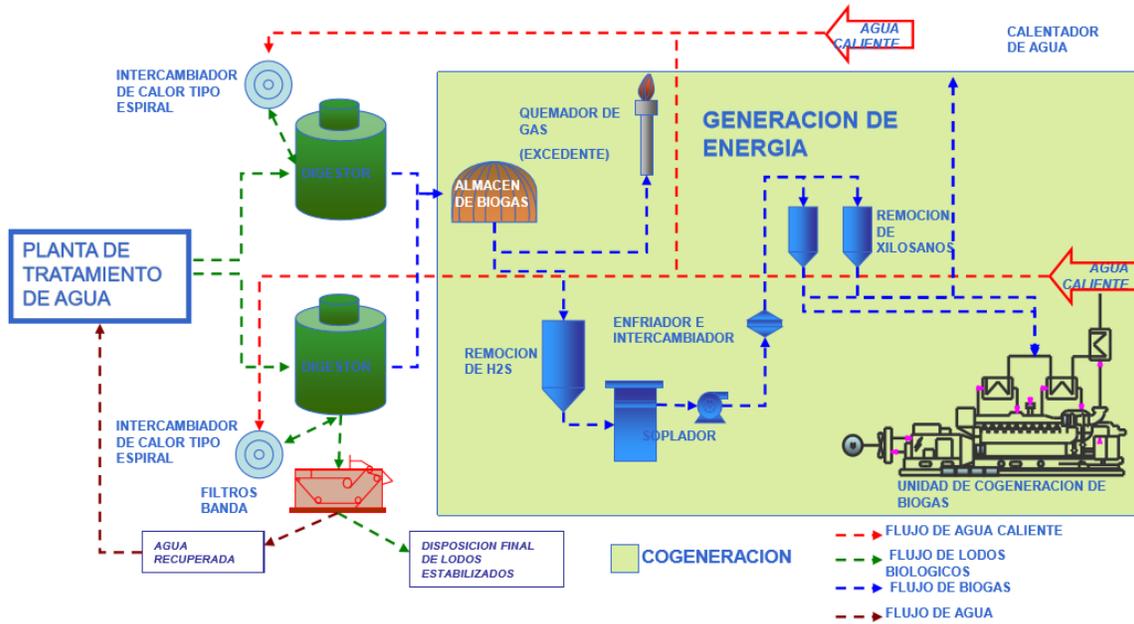


Figura 2- 8. Esquema de producción de biogás y Cogeneración.

No se consideran obras adicionales, en virtud de que la ampliación de la PTAR El Ahogado se hará dentro de los terrenos donde se encuentra la planta existente y por lo tanto las obras exteriores se encuentran construidas y en operación, como son caseta de vigilancia, barda perimetral, etc.

Las obras de la ampliación de la PTAR El Ahogado deberán cumplir estrictamente con las actividades de prevención, mitigación y restauración ambiental que se propongan tanto en la MIA como en el Estudio de Riesgo Ambiental, así como en los Términos y Condicionantes que imponga la autoridad ambiental.

La siguiente tabla presenta las consideraciones para la calidad del influente.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

Tabla 2- 3. Condiciones de calidad de agua de influente

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR PROMEDIO	VALOR MÁXIMO
Caudal	LPS	1000	1800
Temperatura	Grados Celsius	22.8	24
pH	Unidades	7.58	8
Alcanilidad	mg/l	592	592
Grasas y Aceites	mg/l	138	170
Sólidos Sedimentables	mg/l	4	10
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	393	631.8
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/l	278	434
DBO ₅ Total	mg/l	295	330
DBO ₅ Soluble	mg/l	116	133
DQO Total	mg/l	595	750
DQO Soluble	mg/l	221	265
Nitrógeno Total	mg/l	55	69.1
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	36	42.1
Nitrógeno Total Kjeldhal	mg/l	55	63.1
Fósforo Total (expresado en fósforo)	mg/l	8.1	8.4
Fósforo Inorgánico	mg/l	6.3	6.3
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	200000000	-
Huevo de Helmito	Unidades por Litro	7	-
Arsénico Total	mg/l	0.005	-
Cadmio Total	mg/l	0.035	-
Cianuros Total	mg/l	1	-
Cobre Total	mg/l	0.4	-
Cromo Total	mg/l	0.13	-
Mercurio Total	mg/l	0.003	-
Níquel Total	mg/l	0.13	-
Plomo Total	mg/l	0.2	-
Zinc Total	mg/l	1.22	-
Calcio	mg/l CaCO ₃	45	51
Magnesio	mg/l CaCO ₄	24	28
Sulfatos	mg/l	136	272
Turbiedad	UTM	150	220
Coliformes Totales	NMP/100 ml	1000000000	-

La calidad objetivo del efluente de la ampliación de la PTAR El Ahogado, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2- 4. Condiciones de calidad de agua efluente

LÍMITES MÁXIMOS DE CALIDAD DEL AGUA EFLUENTE

PARAMETRO	UNIDADES	Embalses, lagos y lagunas	
		P.M.	P.D.
Temperatura	Grados Celsius	35	35
Grasas y Aceites	mg/l	15	18
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	<15	<20
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	100	120
Carbono Orgánico Total	mg/l	25	30
Nitrógeno Total	mg/l	15	25
Fósforo Total (expresado en fósforo)	mg/l	5	10
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ML	250	500
pH	pH	6 - 9	6 - 9
Color Verdadero	Longitud de Onda	Coeficiente de Absorción Espectral Máximo	
	436 nm	7.0 m-1	
	525 nm	5.0 m-1	
	620 nm	3.0 m-1	
Turbidez	NTU	12	
Toxicidad Aguda	UT	2 a los 15 min de Exposición	
Arsénico Total	mg/l	0.1	0.15
Cadmio Total	Mg/l	0.1	0.15
Cianuros Total	Mg/l	1	1.5
Cobre Total	Mg/l	4	5
Cromo Total	Mg/l	0.5	0.75
Mercurio Total	Mg/l	0.005	0.008
Níquel Total	Mg/l	2	3
Plomo Total	Mg/l	0.2	0.3
Zinc Total	Mg/l	10	15

La siguiente tabla presenta los cambios generados por la ampliación del proyecto PTAR El Ahogado.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELENO

Tabla 2- 5. Condiciones actuales y condiciones de la ampliación de la PTAR "El Ahogado"

Concepto	Unidad	Capacidad de Diseño	Actual	Ampliación
Capacidad de tratamiento	lps	2250	2250	1000
ETAPAS DE TRATAMIENTO				
Tren de Aguas				
Pretratamiento	lps	8050	8050	8050 prevalece el existente
Clarificación Primaria	lps	2250/4 trenes	2250/4 trenes	1000/1 tren
Biologico	lps	2250/4 trenes	2250/4 trenes	1000/1 tren
Clarificación Secundaria	lps	2250/4 trenes	2250/4 trenes	1000/1 tren
Desinfección	lps	2250 LUZ UV@Transmitancia > 60 %	2250 LUZ UV@Transmitancia < 40 %	Un sistema para 3250 lps (2250+1000) utilizando Ozono
Filtración Terciaria	lps	No Existe	No Existe	Un sistema de filtración multimedia para 3250 lps (2250+1000)
Tren de Lodos				
Espeamiento	Trenes	3 espesadores de banda de 3 m cada uno	3 espesadores de banda de 3 m cada uno	3 espesadores de banda de 2 m cada uno
Digestión Anaeróbica	Digestores	3	3	1
Volumen por digestor	m ³	7881	7881	7881
Deshidratación Filtro Banda	Trenes	6 filtros banda de 3 m cada uno	6 filtros banda de 3 m cada uno	3 filtros banda de 3 m cada uno
Almacén de Biogás	m ³	1000	1000	2430 m ³ sustituye el de 1000 m ³
Producción de Biogas	m ³ /dia	1061	721	340
Cogeneración	KW	2 Máquinas de 1426 kW c/u	2 Máquinas de 1426 kW c/u operando con menor flujo de diseño de biogás	No se agregan máquinas de cogeneración, se utiliza el biogás en las mismas máquinas.
Requerimientos de Equipo de Desinfección		Estacion de Sistema UV /4 trenes	Estacion de Sistema UV /4 trenes	2 Tanques estacionarios de Oxigeno liquido de 49 m ³ c/u
Generación de Ozono	Kg/h	no existe	no existe	Tres módulos de generación de ozono de 40kg/h cada uno = 120 kg/h
Oxigeno alimentado en forma de gas	Nm ³ /h	no existe	no existe	280 Nm ³ /h por módulo = Total 840 Nm ³ /h

2.2.5 Preparación del sitio y construcción

2.2.5.1 Preparación del sitio

Las principales actividades implicadas en la preparación del sitio previo a la construcción de las plantas de tratamiento son:

- *Despalme*
- *Limpieza, trazo y nivelación*
- *Excavaciones*
- *Plataformas y revestimientos*

a. *Despalme*

Como se menciona en el apartado 2.1.3 Ubicación física, la superficie destinada a la ampliación de la Planta de Tratamiento del Ahogado, no requerirá de remoción de vegetación para la construcción del proyecto, ya que actualmente el Plan Parcial de Desarrollo Urbano define al predio como de asentamiento humano, y solo existe vegetación inducida tales como pastos y gramíneas.

El área disponible para las obras de ampliación del proyecto PTAR El Ahogado, corresponde a 121,212m², lo que corresponde al 24.8% del total del predio de la Planta. De esta superficie, se contempla el uso de 72,800 m² para la construcción del proyecto. Sobre esta área serán necesarias las obras de despalme.

El despalme consiste en la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplén; y en general la remoción de las capas de terreno inadecuadas para construcciones de todo tipo.

Con base en el estudio geotécnico "En el predio se observa una capa compuesta por material vegetal arcilloso con materia orgánica, con espesor que va hasta los 0.60 m."² Considerando esta profundidad, se tiene un **volumen aproximado de 43,680 m³** de retiro de suelo por obras de despalme.

b. *Limpieza trazo y nivelación*

Todas las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas, etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; así mismo en el alcance de

² González & Beas "Estudio de Mecánica de Suelos-Proyecto de Ampliación, Estación de Bombeo y Monorrelleno de la PTAR El Ahogado, Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco."

este concepto está implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

c. *Excavaciones para estructuras.*

Estos trabajos se refieren a la excavación para estructuras necesarias para cimentación, para alojarlas o que formen parte de ellas, incluyendo las operaciones necesarias para macizar o limpiar la plantilla o taludes de esta, la remoción del material producto de las excavaciones y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la construcción satisfactoria de las estructuras correspondientes.

De acuerdo con las recomendaciones establecidas en la memoria del Estudio de Mecánica se suelo, se excavarán 90 cm adicionales al despalme para el correcto procedimiento constructivo del pavimento flexible de las vialidades.

De la misma manera para la construcción de las plataformas para el equipo del proceso propio de la PTAR, por cimentación se excavarán 80 cm adicionales, con base en las propuestas del estudio de Mecánica de Suelos.

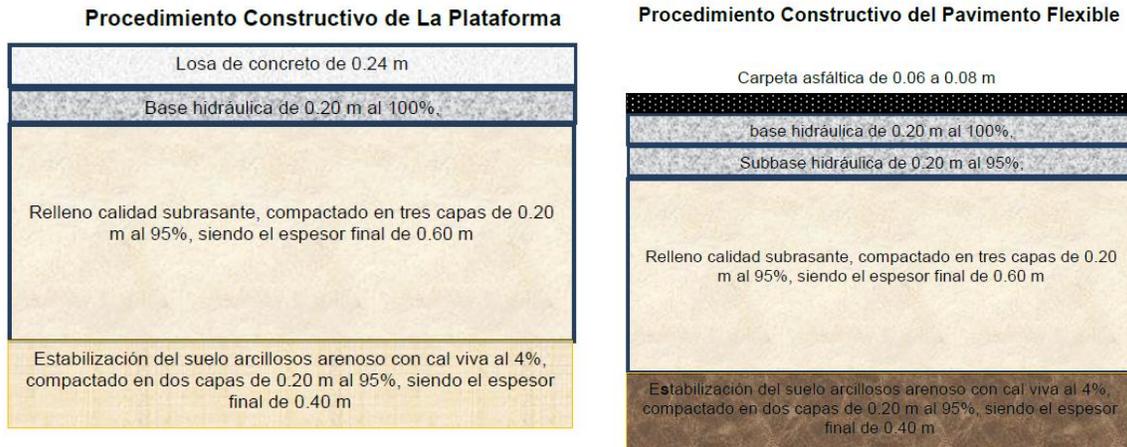


Figura 2- 9. Propuestas para el proceso constructivo de la Plataforma y Vialidades.

El total de la superficie dispuesta para la construcción de vialidades es de 18,000 y para plataformas es de 54,800 m². por lo que por excavaciones para cimentación se espera un **volumen aproximado de 60,040 m³** de retiro de suelo.

En el apartado de anexos se presenta la memoria técnica del Estudio de Mecánica de Suelo.

d. *Formación de terraplenes*

Este trabajo consiste en efectuar todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno los bordos y/o las órdenes del Ingeniero, o bien completar hasta la sección de proyecto los bordos parcialmente construidos con el material producto de las excavaciones o de banco.

e. Revestimientos

Las actividades implicadas en el revestimiento son extracción, carga y descarga del material, papeo o eliminación de sobre tamaños, humedad requerida (adicionar o quitar), mezcla de materiales, previo tendido en capas y la compactación como tal.

2.2.5.2 Construcción

- Condiciones de diseño para Obra civil

Para la construcción de tanques, canales y recipientes de concreto reforzado que contengan agua potable se deberá emplear una relación agua-cemento de 0.5, según lo dispuesto en el reglamento de construcciones de concreto reforzado.

Para la construcción de tanques, canales y recipientes de concreto reforzado que contengan aguas residuales (crudas o tratadas), además de cumplir con lo establecido en el numeral anterior, deberá emplear para la fabricación del concreto cemento tipo II, según lo dispuesto en el reglamento de construcciones de concreto reforzado.

Para la seguridad del personal de operación y de los visitantes, la EMPRESA deberá considerar para todos los tanques, un acceso por escalera de concreto y el conjunto adecuado de barandales de seguridad de fibra de vidrio.

Construcción de tanques, canales y recipientes de concreto. Listado de equipo a instalar/ construir:

1. Clarificador primario

Flujo de diseño: 1000 l/s

Tipo de tracción: central.

Mat. Const. Tanque: concreto.

Partes sumergidas: Ac. Al carbón con rec. Epóxico.

Cubierta para control de olores sobre superficie.

2. Reactor biológico

a. Tanque anaeróbico

El tanque anaerobico:

Cap. Operación: 1000 lps

Material: concreto.

Agitadores sumergibles: 2

b. Tanque anóxico

Cap. Op'n: 1000 lps
Material: concreto.
Agitadores sumergibles: 4
c. *Reactor aeróbico*

Cap. Op'n: 1000 lps
Material: concreto.
Difusores: burbuja fina

3. Clarificador secundario

Flujo de diseño unitario: 500 l/s
No de unidades: 2
Tipo de barrido: diametral.
Material: Tanque: Concreto.
Material: Puente: Ac. Galvanizado. Partes sumergidas: Ac. Al carbón con recubrimiento epóxico.

4. Tanque de contacto de ozono

Tipo: rectangular con 2 secciones. Atmosférico, con tapa.
Flujo de diseño: 1625 lps/sección
Material de construcción: concreto.
Difusores tipo: poroso de burbuja fina.
Flujo por difusor: 0.5 - 3.5 nm³/h

5. Generador de ozono

Gas de alimentación: oxígeno líquido (lox)
Concentración de ozono: 10.2%
Capacidad de generación de ozono: 120 kg/h
Con control automático del gas e instrumentación de seguridad en línea de suministro de oxígeno.

6. Filtros de disco

Tipo: disco.
Flujo máximo hidráulico: 3250 lps
Tamaño de discos filtrantes: 3 m diámetro
Malla: 5 micrones
Material del marco: Ac. Inox. 304.
Tipo de malla: tela filtrante.
Material del tanque: concreto.

7. Espesador de lodos

Tipo: espesador de banda
No de espesadores: 2
Capacidad: 49 m³/h/espesador
Material de construcción de estructura principal: acero galvanizado.
Tanque de floculación tipo: cilíndrico con agitador

Mat. De construcción: SS 304L
Incluye cubierta para control de olores.

8. Digestor anaeróbico de lodos

Tipo: digestión anaeróbica mesofílica.
Tiempo total de retención de lodos: >15 días.
Material del cuerpo, fondo y domo: concreto.

9. Filtro banda

Tipo: prensa de banda.
No de filtros banda: 3
Capacidad: 13 m³/h/filtro
Material de construcción de estructura principal: acero galvanizado.
Tanque de floculación tipo: cilíndrico con agitador
Mat. De construcción: SS 304L
Incluye cubierta para control de olores.

- Condiciones de diseño para vialidades internas

Se construirá una vialidad interna que servirá como acceso a la AMPLIACIÓN DE LA PTAR EL AHOGADO hasta la puerta 3 con una longitud de 922 m lineales y un ancho de 14m Este camino de acceso deberá permitir la circulación de los vehículos utilizados durante la construcción, operación y mantenimiento de la planta.

Las vialidades deberán ser con carpeta asfáltica, con banquetas y con pendiente suficiente para evacuar las aguas pluviales.

El camino de acceso a la PTAR EL AHOGADO desde la carretera será revestido de acuerdo con las Normas de S.C.T. y deberá ser conservado en las mismas condiciones de los caminos interiores de la PTAR EL AHOGADO.

- Áreas verdes

Deberán considerar una barrera visual en el perímetro de la PTAR hecha con árboles dispuestos a tresbolillo en distancias de 5 m entre árboles. Atendiendo las consideraciones expuestas, esta barrera deberá ser alguna de las propuestas en el apartado 6.3.1.1 del presente documento, con una altura mínima de 2.5 m y un diámetro de tallo de al menos 50 mm. La cantidad mínima de árboles será de 500.

Deberán considerar proyectos de jardinería en base a pasto en todas las áreas en las que no haya vialidades, estructuras o edificios la cual deberá ser regada por medio de un sistema automático de riego que para ello utilice agua tratada.

- *Tren de agua.*

La Ampliación de la PTAR El Ahogado ha sido diseñada para operación continua de 24 horas por día, los 365 días del año y contará con una capacidad nominal de operación para tratar un flujo de 1000 l/s.

Debido a que para el diseño del Cárcamo de Bombeo y Pretratamiento (desbaste grueso, desbaste fino, desarenado y desengrasado) de la PTAR El Ahogado existente, se consideró un caudal máximo de 8,050 l/s para cubrir las necesidades futuras de ampliación de la planta; este proyecto no contempla ninguna ampliación o modificación en estas etapas de tratamiento.

Los procesos unitarios para la Ampliación, posteriores al área de Pretratamiento existente, es decir, clarificador primario, el sistema biológico y el clarificador secundario han sido dimensionados para recibir hasta un caudal de 1,000 LPS. El diferencial entre el caudal máximo extraordinario actual y la planta existente (8,050 LPS) y el caudal nominal promedio con el tren de ampliación será desalojado de la PTAR después de haber pasado por la etapa de pretratamiento de la PTAR, para posteriormente ser descargado en un registro a través de la tubería de by-pass de excedencias, la cual ha sido dimensionada para conducir hasta 4,000 l/s. La descarga final de este excedente será en el arroyo El Ahogado.

El flujo de agua residual hacia el tren de ampliación tendrá prioridad sobre la PTAR El Ahogado. Es decir, primero se abastecerá el tren de ampliación y el flujo restante se dividirá entre los trenes existentes. Este se hará a través de la caja de distribución, donde se alimentará en forma independiente a cada clarificador a futuro. Para la ampliación solo se hará la conexión hacia el clarificador primario (CP-200 E).

El diseño también incluye el impacto provocado por las corrientes de retorno de efluentes provenientes de los espesadores y filtros banda en el dimensionamiento de los procesos unitarios de la PTAR. Estas corrientes serán colectadas en el cárcamo de agua recuperada para posteriormente ser incorporadas a la corriente principal mediante bombeo, en la caja de distribución al clarificador primario (CD-207).

De acuerdo con lo anterior, aun cuando el caudal nominal promedio de diseño de la Ampliación de la PTAR El Ahogado corresponde a 1000 LPS, tanto las contribuciones adicionales de agua como los retornos de corrientes de agua recuperada de espesamiento y deshidratación, así como agua de retro lavado del tratamiento terciario han sido consideradas en el dimensionamiento de las unidades de tratamiento que conforman la PTAR.

El sistema de sopladores de aire hacia al reactor biológico será independiente de la instalación existente. Se considera que con dos sopladores en operación se podrán satisfacer los requerimientos de aire para caudal promedio y concentración de contaminantes promedio y máxima, y se contará con un soplador de reserva que será tomado de las instalaciones existentes.

En el caso de equipos como bombas, sopladores, filtros banda y mesas de espesamiento se contará con al menos un equipo de reserva de la misma capacidad, ya sea instalado o en almacén.

Para el diseño del tratamiento primario y tratamiento secundario del tren de la ampliación se consideró un gasto nominal promedio de 1000 l/s.

Con respecto al área de desinfección, el sistema ha sido dimensionado considerando Ozono como método de desinfección. Se ha diseñado el sistema de desinfección para efectuar en forma integral el tratamiento del flujo de agua de la planta existente y la ampliación, es decir, 2250 lps +1000 lps.

El agua de la PTAR El Ahogado y de la Ampliación de la PTAR El Ahogado son descargadas a la caja de distribución (CD-500 A). Se han definido dos tanques de contacto de ozono (TQ-500 A-B), con tapa, que permiten tratar el agua tratada proveniente de la planta existente y la de la ampliación. Estos tanques tienen un sistema de difusión de ozono (SD-501 A-B) respectivamente. El agua desinfectada proveniente de los dos tanques de contacto descarga en la caja de distribución (CD-500 B). De esta caja se tiene un sistema de bombeo conformado por las bombas de agua de enfriamiento BC-509 A-B-C/D a los cambiadores de calor SE-508 A-B-C respectivamente del sistema de generación de ozono.

Se tienen tres sistemas de generación de ozono (RE-504 A-B-C) para la desinfección de 3250 lps. El ozono se generará a través de oxígeno líquido puro para la cual se instalará un almacén de oxígeno líquido en comodato con el proveedor del servicio. Como una medida de seguridad, el ozono que no reacciona es destruido en un reactor catalítico colocado en la ventilación de cada cámara de contacto reactor de destrucción de ozono (RE-510 A-B).

De la caja de Distribución CD-500 B se tiene una descarga de agua tratada para realizar el tratamiento terciario mediante la Tecnología de filtros de disco y una llegada del agua proveniente de la estación de bombeo que en el caso de que se requiera realizar el tratamiento terciario podrá incorporarse en este proceso y una derivación del excedente de flujo al canal hacia la presa El Ahogado. La capacidad total de tratamiento es de 3250 lps.

El agua desinfectada fluye por gravedad hacia el proceso de filtración terciaria, el cual estará formado por cuatro (4) Filtros tipo Disco (FIL-550 A-B-C-D) que utilizan discos de tela apilada como medio para lograr una captura eficiente de partículas de sólidos. Los filtros de disco estarán instalados dentro tanques de concreto, completamente sumergidos.

El agua filtrada se descarga en el cárcamo de bombeo TQ-551, ahí se encuentra instalado el sistema de bombeo BS-569 A-B-C-D-E/F bombas a presa del ahogado y las bombas de agua tratada BC-552 A-B-C-D-E/F a presa Calera. Dependiendo de la administración de flujos se determinará cuantas bombas operarán en cada dirección.

Desde ese tanque se suministrará también agua filtrada para servicios y limpieza de la ampliación (SH-565 y SH-566), para el sistema de enfriamiento de los generadores de ozono (mediante las

bombas BC-509 A-B-C/D); así como para los servicios y limpieza de la PTAR existente (SH-567 y SH-568).

- *Tren de lodos*

Para esta etapa de Ampliación de un solo tren de tratamiento de aguas de 1000 lps se incorporarán tres (3) espesadores de lodos tipo banda (ES-704 D-E/F), un (1) módulo de tratamiento para digestión anaeróbica (DL-805 D) y tres (3) filtros banda (FB-901 G-H/I) para deshidratación de lodos digeridos.

El biogás generado en el tren de ampliación se enviará al gasómetro existente el cual será reemplazado por una unidad de mayor capacidad para integrarse al suministro, al sistema de limpieza y a las unidades de cogeneración existentes y darle mayor flexibilidad de operación.

- *Cogeneración*

El sistema de cogeneración que utiliza motores de combustión interna y como combustible biogás, es actualmente una de las soluciones más eficaces para la reducción de los costos energéticos y actualmente está instalada en la PTAR existente y será empleado para enviar el biogás generado en la Ampliación.

El nuevo digestor (DL-805 D) correspondiente a la ampliación generará biogás que se integrará con la producción existente. Debido a que actualmente hay una generación de biogás menor a la proyectada en el diseño original ocasionada por la baja carga orgánica que en términos de DBO está recibiendo la PTAR existente.

2.2.6 Utilización de explosivos

No se contempla el uso de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.

2.2.7 Operación y mantenimiento

Tren principal de Tratamiento de agua

- a. *Sedimentación primaria.*
- b. *Reactor anaeróbico para remoción biológica de fósforo.*
- c. *Reactor anóxico para remoción de nitrógeno.*
- d. *Reactor aeróbico.*
- e. *Sedimentación secundaria.*
- f. *Desinfección con Ozono.*
- g. *Filtración terciaria.*
- h. *Servicios auxiliares: Biofiltro para control de olores.*

El influente proveniente de la etapa de pretratamiento en la PTAR El Ahogado es derivado por gravedad a la Ampliación.

a. Sedimentación Primaria

El propósito de la etapa de clarificación primaria consiste en la remoción de una fracción significativa de los sólidos suspendidos totales contenidos en el agua residual, así como de la parte correspondiente de DBO suspendida, mediante un proceso de precipitación por gravedad. El sistema estará conformado por un clarificador primario (CP-200 E) el cual ha sido diseñado para manejar el flujo promedio de 1000 l/s.

El clarificador será circular a gravedad, del tipo convencional y con rastras radiales de tracción central. El clarificador primario contará con una línea de desfogue para que, en caso de mantenimiento, el agua contenida en el tanque pueda ser conducida hacia la caja de control (TQ-101).

El equipo de clarificación primaria contará con una cubierta para contención de las emisiones de ácido sulfhídrico generadas en los vertederos y en la superficie total del clarificador, y contará con extracción de aire para control de los olores potenciales, evitando el desprendimiento de H₂S y eliminando la posible generación de olores en dicha zona.

El agua residual proveniente de los equipos combinados de desarenado – desengrasado es derivada hacia la zona de la ampliación hasta la caja de distribución al clarificador primario (CD-207) y de ahí será alimentada por la parte central del clarificador hacia el cilindro distribuidor. Los lodos sedimentados por el efecto de la gravedad son enviados mediante el mecanismo giratorio de rastras hacia la parte central del fondo del clarificador, de donde son extraídos por medio de la carga hidráulica disponible del clarificador hacia el cárcamo de lodos primarios (TQ-201 B). El lodo primario colectado será enviado por las bombas de lodo primario (BC-203 C/D), hacia el tanque de mezcla de lodos a espesamiento (TQ-701B). Una de las bombas de lodo primario se encontrará en operación, mientras la otra estará de reserva.

Dentro del cárcamo de lodo primario se tendrá instalado un agitador sumergible (AS-202 B) para mantener los sólidos contenidos en suspensión. La extracción de los lodos desde el clarificador (CP-200 E) hacia el tanque de lodos primarios (TQ-201 B) se realizará de forma intermitente desde el clarificador. El cárcamo amortiguará las intermitencias de la purga del clarificador y mantendrá el envío de lodo hacia el tanque de mezcla de lodos a espesamiento (TQ-701 B) en forma continua.

El clarificador primario contará con un desnatador que recolectará las natas y sólidos no sedimentables, los cuales serán descargados al tanque de natas (TQ-205 B), a partir del cual serán enviados por medio de las bombas de natas (BS-204 B/C) hacia el tanque de lodos espesados (TQ-801 B) y finalmente hacia el digestor DL-805 D. El efluente clarificado proveniente del clarificador primario será colectado en la zona de amortiguamiento (TPA-300 E) que alimenta al sistema de tratamiento biológico.

b. Sistema de remoción biológica de nutrientes de tres etapas.

El agua residual será conducida hacia la zona de amortiguamiento (TPA-300 E) y posteriormente al proceso de remoción biológica de nutrientes. La zona de amortiguamiento tendrá como finalidad favorecer la incorporación de las corrientes de recirculación y mejorar la sedimentación de los lodos generados con el fin de evitar la formación de organismos filamentosos.

El sistema de tratamiento secundario consiste en la remoción biológica de nutrientes en tres etapas. Las etapas que componen este proceso son: reactor anaeróbico dividido en dos secciones (TAX 301 A-B), reactor anóxico (TAX-302) y reactor aeróbico (RB-305 E).

Con el sistema de tratamiento secundario propuesto se alcanzará el objetivo de remoción de fósforo, nitrógeno total, DBO y SST entre otros.

El sistema para el suministro de aire para el reactor aeróbico está conformado por el sistema de difusores de burbuja fina (SD-306 E) y por los sopladores tipo centrífugos multietapa (SO-308 F-G), de la misma capacidad de los sopladores de la planta existente, los dos estarán en operación. Se considera reubicar uno de los sopladores centrífugos de la planta existente en el cuarto de sopladores del tren de ampliación para contar con un soplador de respaldo.

El sistema de suministro de aire propuesto ha sido diseñado para satisfacer, con dos sopladores en operación las necesidades de aireación para caudal promedio y concentración de contaminantes promedio y máxima.

Los difusores considerados serán en forma de disco. Los difusores serán de burbuja fina. La inyección de aire se realizará en el reactor aeróbico y se tendrá un transmisor de oxígeno disuelto para asegurar el control de oxígeno inyectado, el cual enviará señal de apertura o cierre a la válvula de control modulante para mantener la concentración de oxígeno disuelto deseada.

La descarga proveniente del reactor aeróbico (RB-305 E) será vertida en una caja de recolección para después ser direccionada hacia los clarificadores secundarios. Cada tanque: zona de amortiguamiento, tanque anaeróbico, anóxico y aeróbico contarán con una línea de desfogue para que, en caso de mantenimiento, el agua contenida en el tanque pueda ser conducida, mediante bombeo, hacia la caja de control (TQ-101).

Se estima que la concentración de coliformes fecales en los aerosoles generados debido a la operación de los reactores aeróbicos en cualquiera de las bardas límite de la PTAR será menor a las 500 UFC/m³, valor que de acuerdo con el "Journal of Aerosol Science" es bajo y aceptable.

c. Clarificación secundaria

El flujo proveniente del reactor aeróbico será conducido hacia dos clarificadores secundarios (CS-400 E-F), cada uno con capacidad para manejar 500 lps a flujo promedio.

Los clarificadores secundarios propuestos por MITINFRA en su diseño, serán circulares a gravedad, del tipo convencional, con rastras diametrales de tracción periférica.

La descarga del reactor aeróbico (RB-305 E) ingresará hacia el clarificador secundario (CS-400 E-F) por la parte inferior central del mismo, ascendiendo por la columna central descargando hacia el cuerpo del clarificador mediante el anillo de distribución. Los lodos secundarios sedimentados por el efecto de la gravedad serán arrastrados por un brazo con rastras mecánicas y dirigidos hacia la parte central del fondo del clarificador. Por medio de la carga hidráulica disponible en el clarificador, dichos lodos son conducidos hacia el cárcamo de lodos secundarios (TQ-401 B). En este cárcamo se encuentran las bombas de recirculación de lodos (BS-402 F-G/H). El sistema de bombeo propuesto contará con la flexibilidad necesaria para recircular hasta el 100% del caudal nominal de diseño, manteniendo una bomba en reserva.

En el cabezal de descarga de estas bombas (BS-402 F-G/H) se contará con una línea de derivación, con válvula de control y con medición de caudal para enviar el excedente de lodos secundarios generados (purga), hacia el tanque de mezcla de lodos a espesamiento (TQ-701B).

El nivel de tope de concreto del cárcamo de lodos secundarios será igual al del clarificador, para evitar cualquier riesgo de derrame en aquél.

La recirculación de lodos será una operación continua, mientras que la purga de lodos se realizará de manera intermitente. El clarificador secundario contará con un mecanismo desnatador para la recolección de las natas acumuladas en su superficie. Estas natas serán descargadas en una pequeña tolva para ser después conducidas por gravedad hacia el cárcamo de lodos secundarios.

La calidad del agua clarificada de la ampliación se monitoreará mediante los analizadores ubicados en la tubería de descarga de los Clarificadores Secundarios.

d. *Desinfección con Ozono*

El proceso de desinfección considerado para reducir la concentración de coliformes totales en el efluente del tratamiento secundario, es la inyección de Ozono gas. En esta etapa del proceso ocurre la reducción (destrucción) de los coliformes fecales y totales por medio de la acción del gas sobre al agua con una eficiencia del 99.99 %.

Se ha diseñado el sistema de desinfección para efectuar en forma integral el tratamiento del flujo de agua de la planta existente y la ampliación.

El efluente de los clarificadores secundarios de la ampliación y el de la planta existente, fluye por gravedad a la caja de distribución CD-500 A, de ahí para verter hacia los Tanques de Contacto de Ozono (TQ-500 A-B/C).

Se han definido dos tanques de contacto con tapa de ozono que permiten tratar el agua tratada proveniente de la planta existente y la de la ampliación. Estos tanques tienen un sistema de difusión de ozono (SD-501 A-B) respectivamente.

Se tiene tres sistemas de generación de ozono (RE-504 A-B-C) para la desinfección de 3250 lps.

El agua requerida para el circuito de enfriamiento externo de los generadores de ozono será suministrada mediante las bombas de agua de enfriamiento BC-509 A-B-C/D hacia los cambiadores de calor SE-508 A-B-C, respectivamente; una dedicada a cada sistema y una como relevo común.

El ozono se generará a través de oxígeno líquido puro para la cual se instalará un almacén de oxígeno líquido en comodato con el proveedor del servicio. Como una medida de seguridad, el ozono que no reacciona es destruido en un reactor catalítico colocado en la ventilación de cada cámara de contacto reactor de destrucción de ozono (RE-510 A-B).

e. Filtración terciaria

A su salida del proceso de desinfección, el agua tratada y desinfectada será conducida a la caja de distribución CD-500 B, de ahí se tiene una descarga de agua tratada hacia el tratamiento terciario por filtración. El excedente de agua tratada y desinfectada descargará por gravedad hacia la presa El Ahogado.

El sistema de filtración terciaria FIL-550 A-B-C-D tiene una capacidad total de tratamiento de 3250 l/s, se compone de 4 filtros tipo disco que utilizan discos de tela apilada como medio para lograr una captura eficiente de sólidos en partículas. Los discos estarán completamente sumergidos en su tanque correspondiente, fabricado de concreto.

Los filtros de disco tienen tres modos de operación:

- *Filtración*
- *Retrolavado*
- *Remoción de Sólidos*

El agua del retrolavado fluye por gravedad hacia el tanque de agua recuperada de retrolavado (TQ-556) desde dónde se retorna a la planta existente por medio de las bombas de agua recuperada a proceso (BS-557 A/B), estas bombas son del tipo sumergible.

El agua de retrolavado se reintegrará a la cabeza de la planta existente, a la caja de salida de los desarenadores, para repartirse de forma equitativa a los trenes existentes y el tren de ampliación. El agua filtrada descarga en el cárcamo de bombeo TQ-551, ahí se encuentra instalado el sistema de bombeo BS-569 A-B-C-D-E/F bombas a presa El Ahogado y las bombas de agua tratada BC-552 A BC-D-E/F a presa Calera. Dependiendo de la administración de flujos se determinará cuantas bombas operaran en cada dirección.

Desde ese tanque se suministrará también agua filtrada para servicios y limpieza de la ampliación mediante los sistemas hidroneumáticos SH-565 y SH-566, respectivamente; para el sistema de enfriamiento de los generadores de ozono (mediante las bombas BC-509 A-B-C/D), así como para los servicios y limpieza de la PTAR existente con los sistemas hidroneumáticos SH-567 y SH-568, respectivamente.

La calidad del Agua Filtrada se monitoreará mediante los analizadores ubicados en la tubería de descarga las bombas de agua tratada BC-552 A-B-C-D-E/F a presa Calera y en la tubería de descarga de las Bombas a presa El Ahogado BS-569 A-B-C-D-E/F, así como mediante muestreos para monitoreo de coliformes en la descarga de agua desinfectada.

f. *Agua de servicios*

El agua de servicios filtrada será tomada del cárcamo de bombeo de agua tratada (TQ-551), la cual será utilizada principalmente para los siguientes servicios:

- *Flush de líneas de lodos primarios.*
- *Limpieza de desnatador en clarificador primario.*
- *Limpieza en área de reactor biológico.*
- *Limpieza de desnatador en clarificador secundario.*
- *Flush de líneas de lodos secundarios.*
- *Reposición de agua para biofiltro de sistema de control de olores.*
- *Flush de bombas de lodos.*
- *Flush de intercambiadores de calor.*

Para el suministro de agua a los servicios antes mencionados se contará con un hidroneumático de servicios (SH-565), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático. Casi la totalidad de los requerimientos de servicio son intermitentes.

Los sistemas de preparación de polímero y su respectiva post-dilución, lavado de bandas de espesadores y filtros banda requerirán también agua filtrada y para este servicio se cuenta con un sistema hidroneumático de servicios (SH-566), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático. Adicionalmente se reemplazarán los sistemas de suministro de agua de servicios de la PTAR existente.

Se contará con el SH-568 (sistema hidroneumático agua para limpieza PTAR existente), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático, para el suministro de agua de lavado a espesadores, filtros banda, limpieza de áreas y flush de bombas.

El SH-567 (sistema hidroneumático agua servicios PTAR existente), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático, suministrará

agua filtrada a los sistemas de preparación de polímero y su respectiva post-dilución, lavado de bandas de espesadores y filtros banda requerirán también agua filtrada y para este servicio se cuenta con un sistema hidroneumático de servicios (SH-566), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático. Adicionalmente se reemplazarán los sistemas de suministro de agua de servicios de la PTAR existente.

Se contará con el SH-568 (sistema hidroneumático agua para limpieza PTAR existente), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático, para el suministro de agua de lavado a espesadores, filtros banda, limpieza de áreas y flush de bombas.

El SH-567 (sistema hidroneumático agua servicios PTAR existente), una Bomba (1) en operación y otra (1) en reserva, del tipo centrífuga vertical en línea y un tanque hidroneumático, suministrará agua filtrada a los sistemas de preparación de polímero a espesadores y filtros banda de la PTAR existente.

g. Agua potable

El agua potable de la planta proviene de la red existente y será almacenada en el tanque de agua potable a suavización (TQ-621 B). El sistema hidroneumático para agua potable (SH-619 B) compuesto por dos bombas (una (1) en operación y una (1) en reserva) y un tanque hidroneumático, enviará el agua potable para cubrir la demanda del edificio de lodos localizado en el predio destinado para la Ampliación de la PTAR y del Suavizador de agua potable (SF-614). También se enviará para reposición al biofiltro de control de olores (BF-611 B) y al tanque de expansión (TQ-815 B) para que después sea integrada al circuito de agua caliente a intercambiadores.

Tren de lodos

El tren de lodos estará dividido en las siguientes etapas:

- a. *Espesamiento de lodos con espesadores tipo banda.*
- b. *Digestión anaeróbica mesofílica.*
- c. *Deshidratación de lodos con filtros banda.*
- d. *Preparación y dosificación automática de polímero.*

- a. *Espesamiento de lodos*

La tecnología seguirá siendo la instalada en la PTAR existente que son espesadores tipo banda, cuyo principio de operación se fundamenta en un mecanismo de banda desplazándose a baja velocidad, permitiendo así la separación del agua y los sólidos contenidos en los lodos. Por otra parte, el espesador tipo banda permitirá eliminar la emisión de olores debido a que este equipo incluirá cubierta de aislamiento y se conectará al sistema para extracción de aire y envío al biofiltro.

Los espesadores tipo banda (ES-704 D-E/F) incluirá además un tanque de mezclado con agitación mecánica para la incorporación de la solución de polímero con el lodo a espesar. El sistema de espesamiento propuesto está conformado por tres (3) espesadores tipo banda de dos (2) metros de ancho efectivo de espesamiento cada uno de ellos. Dos se encontrarán en servicio mientras que el tercero estará en reserva.

Los lodos provenientes del clarificador primario (CP-200 E) y secundario (CS-400 E-F) serán recibidos y mezclados en el tanque de mezcla de lodos a espesamiento (TQ-701B). Este tanque contará con un agitador sumergible (AS-702 C) para mezclar y homogenizar los lodos además de mantener los sólidos en suspensión y así evitar asentamientos. La mezcla de lodos proveniente del TQ-701 B será bombeada mediante las bombas de lodo a espesamiento (BP-703 D-E/F), las cuales se encontrarán dos (2) en operación y una (1) en reserva.

Es importante recalcar que, junto con el espesador de reserva, la bomba de alimentación del respectivo espesador también permanecerá fuera de operación, en reserva.

Para la alineación de las bandas de los espesadores es necesario el suministro de aire comprimido, el cual será proporcionado por los compresores de aire (CA-705 C/D), uno (1) en operación y uno (1) en reserva, que también suministrarán aire comprimido hacia los filtros banda. El sistema de aire comprimido está formado por dos compresores recíprocos con tanque de amortiguamiento integrado.

Antes de que los lodos sean alimentados por la parte inferior del tanque de mezclado, se adiciona en línea polímero en solución, ya en el tanque se mezcla el lodo con el polímero para llevar a cabo la floculación que es el agrupamiento de sólidos suspendidos para facilitar la separación del sólido en el agua, y así finalmente caer en la banda de cada espesador. El agua recuperada de los espesadores será enviada por gravedad hacia el cárcamo de agua recuperada (TQ-706 B) y de ahí, junto con el agua recuperada de los filtros banda, intercambiadores de calor y el agua de retrolavado de filtro multimedia, será conducida por medio de las bombas de envío de agua recuperada (BS-708 C/D), una (1) en operación y una (1) en reserva, hacia la caja de distribución de agua a la alimentación a los clarificadores primarios (CD-207).

Los lodos ya espesados descargarán al tanque de lodos espesados (TQ-801 B) junto con las natas del clarificador primario. A partir de dicho tanque, estos lodos serán enviados al equipo de digestión anaeróbica, donde se llevará a cabo su estabilización.

b. *Digestión anaeróbica*

Los lodos espesados, serán enviados al digestor anaeróbico (DL-805 D) de la ampliación por medio de las bombas de lodo a digestión (BP-802 C/D), una (1) en operación y una (1) en reserva.

Dentro del tanque de lodos espesados (TQ-801 B) se tendrán dos mezcladores sumergibles (AS-803

C-D) para homogenizar la mezcla y mantener los sólidos en suspensión. El tanque de lodos espesados también contará con una cubierta de lámina plástica y sistema de extracción de aire para el control de la emisión de olores al ambiente.

La estabilización de los lodos espesados se alcanzará mediante la operación del digestor anaeróbico mesofílico de alta tasa.

En el proceso de digestión anaeróbica las sustancias complejas se descomponen en sustancias simples, mediante la fermentación metanogénica la cual se produce en ausencia de oxígeno. El proceso se divide en dos etapas: acidogénesis y metanogénesis.

El digestor estará equipado con un (1) mezclador mecánico central (ML-806 D) de alta eficiencia con draft tube. El digestor anaeróbico contará con una tapa fija de concreto y un domo en la cubierta. El digestor estará prácticamente lleno, sin bordo libre, en forma similar al diseño típico europeo o también como en el diseño tipo huevo; de esta manera la interfase líquido gas se limita al área del domo, reduciendo considerablemente la formación de natas o espumas dentro del digestor. En el domo se contará con dos tuberías a través de las cuales se enviará lodo digerido en forma intermitente utilizando las bombas BC-809 G/H, con el fin de eliminar las espumas o natas que pudieran haberse formado. El digestor contará con una línea de sobreflujo (Bayoneta sumergida), la cual descargará al tanque de lodos espesados (TQ-801 B).

La parte inferior de cada digestor será de forma cónica para facilitar el arrastre de sólidos hasta las tuberías de descarga evitando la acumulación de sólidos o arenillas en el fondo del tanque.

El lodo espesado se inyectará en la tubería de succión de las bombas de recirculación de lodos digeridos (BC-807 E/F), una (1) en operación y una (1) en reserva. En estas líneas, dicho lodo se mezclará con una porción de lodo digerido en recirculación para elevar la temperatura del lodo espesado que entrará hacia los digestores. Posteriormente, la mezcla de lodo digerido-lodo espesado se hará pasar a través del intercambiador de calor (IE-808 D) recuperando el calor que se pudiera haber perdido en el digestor. La mezcla caliente de lodo espesado más lodo digerido se alimentará nuevamente al digestor anaeróbico en la parte lateral del domo, arriba del nivel de líquido. Esto se realiza con el fin de evitar choques térmicos dentro del digestor que pudieran afectar el desempeño de los microorganismos.

Bajo condiciones normales de operación, la bomba (BC-807 E) funcionará para dar servicio al intercambiador (IE-808 D) y por ende alimentar al digestor (DL-805 D). El intercambiador contará con una conexión de agua de servicios para limpiar con agua a presión el intercambiador del lado del lodo digerido a contracorriente, para prevenir que llegue a taparse. El agua recuperada del "flush" del intercambiador se enviará al tanque de agua recuperada (TQ-706 B) para después ser enviada de nuevo al tratamiento.

La fuente de calor para el sistema de calentamiento del digestor serán los motores de combustión interna y el calor recuperado de los gases de descarga de las máquinas de cogeneración existentes

(GE-825 A-B) o el calentador de agua (CA-817 B). El calentador operará utilizando biogás o diésel como combustible, y operará únicamente durante el arranque del tren de ampliación o bien, durante el mantenimiento de las máquinas de cogeneración existentes.

El diésel necesario para la operación del calentador de agua se obtendrá del tanque almacén de diésel existente TQ-818 y será suministrado al calentador por medio de la bomba de alimentación de diésel (BC-827 B).

El agua para el calentamiento de los lodos se recircula en el circuito por medio de las bombas de agua caliente (BC-816 C/D), una (1) en operación y una (1) en reserva, que son del tipo centrífuga horizontal.

El tanque de expansión (TQ-815 B) permite absorber el cambio de densidad de la masa de agua en el circuito por cambio de temperatura. Este tanque contendrá agua potable proveniente del tanque de agua potable a suavización (TQ-621 B) y previamente será conducida a través de un filtro cartucho (FC-813 B) y un suavizador de agua potable (SF-814 B) para eliminar la dureza que pueda presentar.

Para el desalojo de los lodos digeridos se contará con dos (2) bombas (BC-809 G/H), en operación normal la bomba BC-809 G enviará el lodo hacia los tanques de almacén de lodo digerido (TQ-810 C-D). En caso de que la bomba BC-809 G detenga su operación por falla o mantenimiento, la bomba BC-809 H enviará el lodo al tanque de lodo digerido.

De los tanques de almacenamiento de lodo digerido (TQ-810 C-D) el lodo es bombeado a los filtros banda (FB-901 G-H/I), por medio de las bombas de lodos a deshidratación (BP-812 C-D/E), dos (2) en operación y una (1) en reserva. En cada tanque almacén de lodo digerido se tendrá un agitador sumergible (AS-811 C-D) para mantener los sólidos en suspensión y así evitar asentamientos que causen problemas en el bombeo.

El biogás generado por el proceso de digestión anaeróbica del tren de ampliación se enviará mediante los sopladores de biogás (SO-804 A/B), uno en operación y uno de reserva, hacia el tanque de almacén de biogas de la planta existente (gas holder) (TQ-821) para su almacenamiento. Este tanque se reemplazará para incrementar su capacidad de operación. En caso necesario, el biogás podrá ser enviado hacia el quemador de biogás existente (QM-823) que operará para quemar el biogás excedente y el que no se consuma por las máquinas de generación de energía eléctrica. El quemador existente tiene capacidad suficiente para quemar el total del biogás producido.

c. Deshidratación de lodos.

Los lodos de los tanques de almacén de lodo digerido (TQ-810 C-D) serán enviados mediante las bombas de lodos (BP-812 C-D/E) a los equipos de deshidratación, una dedicada a cada Filtro Banda.

Se tendrán dos equipos en operación y uno como relevo. Para la deshidratación de los lodos digeridos se contará con tres (3) filtros banda (FB-901 G-H/I). Adicionalmente, la selección de los filtros banda cumple con los criterios recomendados por el MOP8.

Por otra parte, los filtros banda permitirán eliminar la emisión de olores debido a que estos equipos incluirán cubiertas de aislamiento, así como un sistema para extracción de aire y envío al biofiltro.

Cada una de las unidades de deshidratación estará formada por un tanque de mezclado con agitación mecánica y un filtro banda. Para la alineación y tensionamiento de las bandas de los filtros será necesario el suministro de aire comprimido, el cual será proporcionado por los compresores de aire (CA-705 C/D), mismo que suministrará aire comprimido a los espesadores de lodos (ES-704 DE/F).

Antes de que los lodos digeridos sean alimentados por la parte inferior del tanque de mezclado se adiciona en línea polímero en solución, ya en el tanque se mezcla el lodo con el polímero para llevar a cabo la floculación, esto con el fin de poder realizar la deshidratación con una mayor efectividad.

El agua recuperada de los filtros banda será enviada por gravedad hacia el cárcamo de agua recuperada (TQ-706 B) y de aquí, por medio de las bombas de envío de agua recuperada (BS-708 C/D) hacia la caja de distribución de agua a los clarificadores primarios (CD-207).

Los lodos deshidratados descargarán a una banda transportadora (BT-903-B). De ahí se llevarán a su disposición final en el área destinada para el Monorrelleño, adjunto a la PTAR EL AHOGADO.

d. Preparación y dosificación de polímero

El polímero considerado para el espesamiento y deshidratación de lodos es en polvo y para su preparación se están considerando dos sistemas automáticos, uno para espesamiento (SPP-607 B) y otro para deshidratación (SPP-609 B). Cada uno de estos sistemas de preparación de polímero contará con tres compartimientos, preparación, maduración y dosificación, donde cada uno de estos tendrá un agitador mecánico vertical y el llenado de cada uno de estos será por medio del desborde de la solución de polímero de un compartimiento a otro.

La solución de polímero requerida por los espesadores de lodos (ES-704 D-E/F) será alimentada por medio de las bombas dosificadoras de polímero (BP-608 C-D/E), dos (2) en operación y una (1) en reserva. Así mismo, la solución de polímero requerida por los filtros banda (FB-901 G-H/I) será alimentada por medio de las bombas dosificadoras de polímero (BP-610 C-D/E), dos (2) en operación y una (1) en reserva.

Cogeneración

El biogás producido en la ampliación puede integrarse al sistema actual y esto beneficiará la operación de las máquinas de cogeneración ya que aumentará la cantidad de energía eléctrica cogenerada.

Adicionalmente se agregará un recuperador de calor de los gases de escape (ICE-825 A-B) en cada una de las máquinas de cogeneración existentes, con el objetivo de generar el calor requerido para el calentamiento del digestor de la ampliación.

Antes de enviar el biogás del tanque de almacén de biogás existente (TQ-821) a las máquinas de cogeneración existentes (GE-825 A-B), éste debe pasar por el sistema de limpieza de biogás existente (SLB-824) el cual tiene como principal función reducir la cantidad de los contaminantes corrosivos y/o incrustantes que vienen mezclados en el biogás, donde los principales contaminantes son los siloxanos y el H₂S.

Sistema de control de olores

El diseño propuesto por MITINFRA incluye un sistema de control y tratamiento de olores para las etapas de: sedimentación primaria, espesamiento de lodos, tanque de mezclado y almacenamiento de lodos espesados, así como en el sistema de deshidratación de lodos. Cabe aclarar que no aplica las aéreas correspondientes a cárcamo de bombeo de agua cruda, manejo de cribado y pretratamiento porque son áreas existentes ligadas a un sistema de control de olores existente.

Para cumplir con este requerimiento, hemos seleccionado el uso de un biofiltro modular cerrado con medio filtrante sintético. Se consideraron cubiertas de lámina plástica en los puntos de generación de olores para su contención y extractores de aire para el envío del aire oloroso a su tratamiento en un biofiltro modular con medio filtrante sintético.

Los puntos considerados para la extracción de olores son:

Tratamiento primario:

- Clarificador Primario (CP-200 E)
- Tanque de natas (TQ-205 B)
- Cárcamo de lodos primarios (TQ-201 B)

Tratamiento de lodos:

- Tanque de mezcla de lodos a espesamiento (TQ-701 B)
- Tanque de lodos espesados (TQ-801 B)
- Tanque de lodos digeridos (TQ-810 C-D)
- Espesadores de banda (ES-704 D-E/F)
- Filtros Banda (FB-901 G-H/I)

En el caso del clarificador primario (CP-200 E), la emisión de olores se presenta en todo el equipo por lo que se considera cubierta con extracción de aire en el clarificador. El aire de extracción

contaminado con H₂S entra en el biofiltro para control de olores (BF-611 B) a través de un medio filtrante poroso. Mediante las bombas de recirculación BC-613 C/D (una en operación y la otra como relevo) se suministra agua a través de las espreas del biofiltro para mantener la humedad requerida en el medio filtrante.

Los compuestos orgánicos son biológicamente oxidados a CO₂, H₂O y sales orgánicas, mientras que el H₂S lo será a compuestos oxidados del azufre como S⁰, S₂O₃⁻ y SO₄⁻². El aire limpio será descargado a la atmósfera mediante un soplador (SO-612 C/D), uno en operación y otro como relevo) a través de una chimenea, donde se podrá monitorear la calidad del aire.

2.2.8 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Durante el periodo de construcción de las obras para la ampliación del proyecto PTAR El Ahogado, serán requeridas estructuras e instalaciones para desarrollar actividades auxiliares. Entre las instalaciones que serán montadas de manera provisional se encuentran:

- *Oficinas*
- *Servicios sanitarios*
- *Almacén de materiales*
- *Almacén de residuos*

Oficinas

El sitio de trabajo requerirá de un área específica que cumpla con la función de oficina para el control de la obra.

De ser necesario se instalarán provisionalmente estructuras para alojar durante el tiempo que dure la obra a los residentes de obra, veladores y trabajadores foráneos.

En caso de requerirse la construcción de oficinas temporales se utilizarán estructuras de materiales prefabricados y desmontables para no dejar ninguna estructura o instalación posterior a la ejecución de los trabajos de construcción.

Instalaciones sanitarias

En las etapas de preparación del sitio y construcción, se tiene contemplado el uso de sanitarios portátiles, se deberá de instalar una unidad por cada 15 empleados en la obra, y a cada unidad se le deberá de dar mantenimiento cada tercer día.

Las características de la unidad deberán ser las siguientes: caseta de polietileno de alto impacto con capacidad de almacenamiento de 300 litros, cuenta con W.C., tapa, mingitorio, chimenea para eliminar malos olores, porta papel e indicador de uso al cerrar la puerta de la caseta.

Estos residuos no son descargados en el sitio del proyecto, la obra deberá de contemplar un contrato con una empresa certificada para el servicio y será la encargada del mantenimiento adecuado de las unidades y de la disposición del agua residual generada.

Almacén de materiales

Durante la etapa de construcción se habilitarán áreas para el almacenamiento de insumos y materias primas de la obra. Dichas instalaciones serán techadas, y en caso de almacenar sustancias inflamables o combustibles, se contará con equipo para el combate de incendios (extintor).

Sitios para la disposición de residuos

- *Residuos sólidos no peligrosos (Basura)*

Se almacenarán en bolsas de plástico las cuales se dispondrán en contenedores metálicos, estos serán almacenados temporalmente en un área acondicionada para tal fin, posteriormente serán recolectados y dispuestos por la empresa que se contrate para este servicio, o en caso de llegarse a un acuerdo serán colectados por el servicio de aseo público del municipio.

- *Residuos peligrosos*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción no se espera que se generen residuos peligrosos en el sitio del proyecto; ya que dichos residuos serán generados durante los trabajos de mantenimiento a la maquinaria, los cuales se realizarán en talleres ajenos al sitio del proyecto. Lo escarpado del terreno no permite la instalación de talleres temporales de mantenimiento en las inmediaciones del sitio de proyecto.

En caso de la generación de residuos de manejo especial estos deberán de contar con un almacenamiento temporal en sitio, estar debidamente señalados y organizados y la obra deberá de contar con un contrato con una empresa certificada para el correcto manejo y disposición final de cada uno de los residuos.

2.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Esta etapa se tiene prevista después de los 30 años de operación de la Planta de Tratamiento según el tiempo de vida útil del proyecto.

Es importante señalar que, normalmente este tipo de proyectos no se abandonan, sino que se reacondicionan a las necesidades futuras para continuar con la operación de las mismas. Sin embargo, en caso de abandono del sitio, la principal afectación sería (en caso de no considerar otro sitio) el dejar de tratar las aguas residuales de la población.

Entre las principales actividades asociadas con esta etapa se encuentran la demolición y transporte de escombros, por lo que los principales impactos que afectarían al área de influencia del proyecto son:

- Generación de emisiones (gases de combustión) y ruido, producto de la maquinaria utilizada durante la demolición y transporte del material de desecho, escombros, etc.
- Generación de polvo, debido a la demolición y traslado de grandes cantidades de excedentes al lugar de destino final.
- Alteración del paisaje debido a demolición y alternativas de uso del suelo.

2.2.10 Residuos

2.2.10.1 Preparación y construcción del proyecto

a. Identificación y estimación aproximada de las emisiones a la atmósfera.

- Gases de combustión

Duración de las obras preliminares (despalme y excavaciones para cimentación):

De acuerdo con el calendario de obras preliminares para la construcción del proyecto tendrán una duración aproximada de 3 meses.

Cálculo de emisiones de gases de combustión

En cuanto a la estimación del volumen de generación de emisiones a la atmosfera de gases de combustión se utilizan los factores de emisión obtenidos del documento "AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors".

- Emisión de MP₁₀ y de gases por combustión de camiones:

Para el cálculo de emisiones de MP10 y por combustión se utilizarán las siguientes formulas determinadas por Environmental Protection Agency USA (EPA):

Tabla 2- 6. Factor de emisiones de los principales gases de combustión.

Proceso	Factor de emisión (g/Km)
CO	$37.28 V^{-0.6945}$
HC	$40.12 V^{-0.8774} - (175/1000)$
NO _x	$116.16 V^{-0.5859}$
MP ₁₀	$10.933 V^{-0.7054}$

Donde: V= Velocidad del vehículo en Km/h

A continuación, se presenta el cálculo realizado del estimado en cuanto a las emisiones de gases de combustión, considerando una velocidad promedio de los camiones de 50 Km/h.

De acuerdo con el volumen de despalme por trabajos preliminares se generarán de 103,720m³ de residuos por despalme y excavación para cimentación y una distancia al sitio de disposición final de 8 km (distancia estimada a la estación al relleno sanitario) obtenemos los siguientes datos:

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

Tabla 2- 7. Cálculo de km recorridos por camiones con residuos de excavación

Volumen a transportar (m ³)	Distancia (Km.)	Capacidad de los camiones (m ³)	No. de viajes	Km. recorridos (Km.)
103,720	8	30	3457	27,656

Emisiones por combustión de camiones:

Tabla 2- 8. Emisión de camiones

Proceso	Factor de emisión (g/Km)	V (Km/h)	Factor de emisión (g/Km)	Total (Kg.)
CO	$37.28 V^{(-0.6945)}$	50	2.4634	68.12
HC	$40.12 V^{(-0.8774)} - (175/1000)$	50	1.1212	31.00
NO _x	$116.16 V^{(-0.5859)}$	50	11.7389	324.65
MP ₁₀	$10.933 V^{(-0.7054)}$	50	0.6922	39.14

También se estimaron las emisiones de gases de combustión de algunos de los equipos y maquinarias que pudieran utilizarse en la obra, con base en los factores de emisión de la EPA. Emisiones por combustión de maquinaria y equipos:

⇒ CO

Equipo	Cantidad	Horas en operación	Potencia (hp)	Emisión CO (gr/hp-h)	Emisión CO (Kg/día)
Compresor	1	8	30	0.196	0.047
Motoniveladora	2	8	265	0.017	0.072
Excavadora	3	8	180	0.002	0.006
Rodillo compactador	1	8	80	0.007	0.004
Pipa	1	8	300	0.030	0.072

⇒ HC

Equipo	Cantidad	Horas en operación	Potencia (hp)	Emisión HC (gr/hp-h)	Emisión HC (Kg/día)
Compresor	1	8	30	0.036	0.008
Motoniveladora	2	8	265	0.007	0.028
Excavadora	3	8	180	0.001	0.003
Rodillo compactador	1	8	80	0.017	0.010
Pipa	1	8	300	0.005	0.012

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

⇒ NO_x

Equipo	Cantidad	Horas en operación	Potencia (hp)	Emisión NO _x (gr/hp-h)	Emisión NO _x (Kg/día)
Compresor	1	8	30	0.881	0.211
Motoniveladora	2	8	265	0.129	0.546
Excavadora	3	8	180	0.017	0.072
Rodillo compactador	1	8	80	0.017	0.010
Pipa	1	8	300	0.127	0.304

⇒ MP₁₀

Equipo	Cantidad	Horas en operación	Potencia (hp)	Emisión MP ₁₀ (gr/hp-h)	Emisión MP ₁₀ (Kg/día)
Compresor	1	8	30	0.043	0.010
Motoniveladora	2	8	265	0.006	0.024
Excavadora	3	8	180	0.001	0.003
Rodillo compactador	1	8	80	0.001	0.0006
Pipa	1	8	300	0.005	0.012

La siguiente tabla muestra un resumen del volumen de gases de emisión producto de las obras de las obras preliminares del proyecto, considerando obras de despalme en una superficie de 72,800 m², así como el uso de equipo y maquinaria pesada.

Tabla 2- 9. Resumen del volumen de gases de combustión durante los trabajos preliminares de la obra.

DURACION DE LOS TRABAJOS PRELIMINARES	90 días
--	---------

COMPUESTO	EMISION POR TRANSPORTE	EMISION POR USO DE MAQUINARIA	EMISION TOTAL APROXIMADA
CO	68.12	18.09	86.21
HC	31.00	5.49	36.49
NO _x	324.65	178.38	503.03
MP ₁₀	39.14	4.464	43.604

Unidades expresadas en kg

- Levantamiento de polvos

En cuanto a levantamientos de polvos, según datos obtenidos del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental de los EUA (US EPA) la emisión de estos contaminantes de puede calcular de la siguiente manera:

$$E = 2.69 \text{ Ton/ha/mes; donde E representa la emisión de polvos}$$

De tal forma que para una duración de los trabajos aproximada de 3 meses (considerando únicamente despalle y excavaciones, ya que es donde se espera el mayor levantamiento de polvos) y una superficie de afectación de 7.28 ha, la emisión de polvos será de:

$$\text{Emisión de levantamiento de polvos generada} = 58.74 \text{ ton}$$

- Ruido

Durante las actividades de preparación del sitio, se utiliza maquinaria pesada que son fuentes de generación de niveles altos de ruido.

Para lo anterior, se empleó como referencia la "Norma Británica BS5228-1 *Noise and vibration control on construction and open sites. Code of practice for basic information and procedures for noise and vibration control*".

A continuación, se presenta una tabla con los decibeles generados (a 10 m) por la principal maquinaria utilizadas en obra, según datos reportados en la Norma citada.

Tabla 2- 10. Equipos frecuentemente utilizados en las obras y decibeles emitidos por maquinaria.

	DEBICELES TÍPICOS EN OBRA	IMAGEN
RETRO EXCAVADORA CASE 580 N	69	
Esmeril angular	80	
VOLTEO KENWORTH 14 MTS	86	
REVOLVEDORA PARA CONCRETO CIPSA R10	85	

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SECTOR HIDRÁULICO MODALIDAD: PARTICULAR

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA, PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS), QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA NO.REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENEREN EN EL MONORRELLENO

	DEBICELES TÍPICOS EN OBRA	IMAGEN
PLATAFORMA HINO 7 TON	68	
ROMPEDOR PARA CONCRETO BOSCH	88	
BAILARINA COMPACTADORA	91	

El sonido disminuye a través de la distancia, por lo que el radio de afectación por la preparación del sitio se puede expresar según la siguiente figura donde se muestra el comportamiento de ruido contra la distancia.

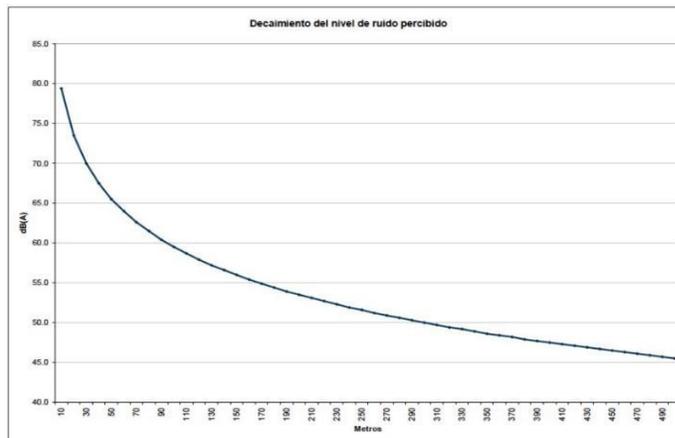


Figura 2- 10. Propagación del Sonido con la distancia.

De acuerdo a la figura anterior se puede asumir que en un radio de aproximadamente 90 m del sitio se tendrá un nivel de ruido de 60 dB (equivalente al nivel de ruido generado durante una conversación).

b. *Identificación y estimación aproximada de las descargas de aguas residuales.*

En las etapas de preparación y construcción del proyecto la generación de aguas residuales se deberá mayormente al uso de sanitarios portátiles que deberán ser instalados en las áreas de trabajo.

Como se menciona con anterioridad, estos residuos no serán descargados en el sitio del proyecto, le empresa contratada será la encargada del mantenimiento adecuado de la unidad y de la disposición del agua residual generada.

En promedio, un sanitario portátil tiene capacidad de almacenamiento de 300 litros en el tanque y las labores de mantenimiento se realizan cada tercer día, en condiciones similares de operación en este tiempo, el tanque llega al 80% de su capacidad. Esto representa la generación de 240 litros de agua residual por sanitario portátil (15 usuarios por sanitario) cada tercer día.

Estimando un total de 90 personas trabajando, durante las obras preliminares y construcción obra (hasta el momento, no se cuenta con la cantidad exacta de trabajadores en obra), se puede estimar un volumen total de generación por este concepto.

Durante los 18 meses que duraran la obra civil e ingenierías para construcción del proyecto, se estima una generación de **207,360 litros** de aguas residuales por uso de sanitarios.

En la siguiente tabla se calcula el volumen de generación de aguas residuales dependiendo a la cantidad de sanitarios portátiles instalados.

Tabla 2- 11. Cálculo del volumen de descargas con respecto al No. de sanitarios portátiles instalados.

No. usuarios	No. sanitarios	Capacidad (l)	PERIODOS		
			1 semana	1 mes	18 meses
15	1	240	480	1920	34560
30	2	480	960	3840	69120
45	3	720	1440	5760	103680
60	4	960	1920	7680	138240
75	5	1200	2400	9600	172800
90	6	1440	2880	11520	207360
105	7	1680	3360	13440	241920
120	8	1920	3840	15360	276480
135	9	2160	4320	17280	311040
150	10	2400	4800	19200	345600

c. *Identificación y estimación de generación de residuos*

- *Residuos de manejo especial*

La generación de residuos por excavación y despalme será aproximadamente de **103,720 m³**.

Estos residuos serán manejados con una empresa especializada y se dispondrán de manera adecuada.

Sobre la generación de escombros de los residuos durante la etapa de la construcción se realizó utilizando la metodología desarrollada por Cruz, et al. (1996), revisada y adecuada en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial de Aguascalientes. El modelo es:

$$G_{RC} = M_C f_V i P_{RC}$$

Donde: G_{RC} : Generación de residuos de la construcción (toneladas)

M_C : Superficie de obra autorizada (m²)

f_V : Factor de volumen de obra (m)

i : Porcentaje de residuos de construcción por metro cúbico (decimales)

P_{RC} : Peso volumétrico promedio de los residuos de la construcción (ton/m³)

Las consideraciones del modelo son las siguientes:

Los metros cuadrados autorizados, se obtienen de la licencia de construcción

- Se utiliza un peso volumétrico promedio (1.5 ton/m³) debido a la variabilidad en la composición de los residuos de la construcción
- El porcentaje de residuos de la construcción se considera de 6.8% por cada m² de construcción
- El factor de volumen de obra es de 0.85

La generación de residuos sólidos es de manera general, ya que para realizarla por tipo de obra se requiere hacer un modelo para cada tipo, con sus factores de generación

Después de aplicar las consideraciones anteriores, el modelo resultante es:

$$G_{RC} = 0.0867 M_C$$

Como ya se había la superficie de construcción para las obras de ampliación de la PTAR El Ahogado es de 72,800 m², por lo que la generación de los residuos de la construcción se estima en **6,311.76 toneladas**.

De acuerdo con lo establecido en la NAE-SEMADET-001/2016, se trata de un generador categoría A.

- *Residuos sólidos urbanos*

Entre los residuos sólidos urbanos (RSU) esperados a generar en esta etapa del proyecto se encuentran principalmente los residuos de empaque y embalajes generados por los trabajadores de la obra, así como restos de comida.

Estimando 90 personas trabajando en obra (como se estimó en el apartado de aguas residuales) y con una generación promedio de 0.5 kg por persona al día. Para el total de 18 meses. Se calculan 19,440 kg de residuos sólidos urbanos.

El almacenamiento de los RSU deberá realizarse en un área formalmente establecida dentro de tambos metálicos (señalizados), y la recolección y disposición final de los mismos deberá realizarse por el servicio de aseo público municipal o una empresa recolectora autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET).

2.2.10.2 Operación y mantenimiento del proyecto

a. Identificación y estimación aproximada de las emisiones a la atmósfera.

Las emisiones a la atmosfera serán provenientes de la maquinaria pesada en operación en el sitio, se emplean un aproximado de 4 camiones diarios durante 3500 horas al año. (ver factores de emisión en el apartado 2.2.10.1)

Tabla 2- 12. Aproximación de emisiones anuales en operación por uso de camiones de carga pesada.

DURACION DE OPERACION		3500 horas
COMPUESTO	EMISION POR USO DE MAQUINARIA	
CO	3.5 kg	
HC	1.75 kg	
NOx	42 kg	
MP10	0.525 kg	

Ruido y vibración

El ruido generado en la Planta será proveniente principalmente del funcionamiento de bombas, y sopladores estas generan también vibración perceptible en un rango de 5 metros a la redonda. El ruido como se menciona en el apartado 2.2.10.1 disminuye con la distancia.

El ruido emitido por las bombas ronda entre los 65 y 80 dB-A, perceptible hasta un radio máximo de 90 m al sitio de estas.

Una planta de tratamiento genera emisiones y olores, sin embargo, para el proyecto de ampliación del proyecto PTAR El Ahogado, estas no serán emitidas directamente a la atmósfera y a continuación se explica el proceso.

Emisiones (y olores) por operación

El equipo de clarificación primaria contará con una cubierta para contención de las emisiones de ácido sulfhídrico generadas en los vertederos y en la superficie total del clarificador, y contará con extracción de aire para control de los olores potenciales, evitando el desprendimiento de H2S y eliminando la posible generación de olores en dicha zona.

En el caso del clarificador primario (CP-200 E), la emisión de olores se presenta en todo el equipo por lo que se considera cubierta con extracción de aire en el clarificador.

El aire de extracción contaminado con H₂S entra en el biofiltro para control de olores (BF-611 B) a través de un medio filtrante poroso. Mediante las bombas de recirculación BC-613 C/D (una en operación y la otra como relevo) se suministra agua a través de las espreas del biofiltro para mantener la humedad requerida en el medio filtrante.

En el proceso de digestión anaeróbica las sustancias complejas se descomponen en sustancias simples, mediante la fermentación metanogénica la cual se produce en ausencia de oxígeno. El proceso se divide en dos etapas: acidogénesis y metanogénesis.

Durante la acidogenesis, las moléculas complejas (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) se despolimerizan en compuestos solubles por enzimas hidrolíticas (celulasas, hemicelulasas, amilasas, lipasas y proteasas). Los compuestos hidrolizados fermentan y se convierten en ácidos grasos volátiles (acetato, propionato, butirato y lactato), compuestos neutros (etanol, metanol), amoníaco, hidrógeno y dióxido de carbono.

Los compuestos orgánicos son biológicamente oxidados a CO₂, H₂O y sales orgánicas, mientras que el H₂S lo será a compuestos oxidados del azufre como S₀, S₂O₃⁻ y SO₄⁻². El aire limpio será descargado a la atmósfera mediante un soplador (SO-612 C/D), uno en operación y otro como relevo.

El nuevo digestor (DL-805 D) correspondiente a la ampliación generará biogás que se integrará con la producción existente. Debido a que actualmente hay una generación de biogás menor a la proyectada en el diseño original ocasionada por la baja carga orgánica que en términos de DBO está recibiendo la PTAR existente, el biogás producido en la ampliación puede integrarse al sistema actual y esto beneficiará la operación de las máquinas de cogeneración ya que aumentará la cantidad de energía eléctrica cogenerada.

Se estima un volumen de generación de biogas de 340 m³/día por la ampliación de la planta. Estos serán adicionales a los ya producidos en la Planta de Tratamiento de "El Ahogado" equivalentes a 721 m³/día. Por la ampliación del proyecto, la planta contara con un tanque de almacenamiento 2430 m³, para uso en cogeneración de energía.

La fuente de calor para el sistema de calentamiento del digestor serán los motores de combustión interna y el calor recuperado de los gases de descarga de las máquinas de cogeneración existentes (GE-825 A-B) o el calentador de agua (CA-817 B). El calentador operará utilizando biogás o diesel como combustible, y operará únicamente durante el arranque del tren de ampliación o bien, durante el mantenimiento de las máquinas de cogeneración existentes.

b. *Identificación y estimación aproximada de las descargas de aguas residuales.*

En la actualidad la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en operación tiene un excedente aproximado de 750 lps que son desviadas sin tratamiento al cuerpo de agua mas cercano.

La ampliación del proyecto PTAR El Ahogado dará tratamiento a 1000 lps adicionales a los ya tratados en el complejo y adicionará un tratamiento terciario de desinfección con ozono.

El agua empleada en proceso de calentamiento y enfriamiento para el funcionamiento operacional de la planta será recirculada al sistema de la siguiente manera

“El agua potable de la planta proviene de la red existente y será almacenada en el tanque de agua potable a suavización (TQ-621 B). El sistema hidroneumático para agua potable (SH-619 B) compuesto por dos bombas (una (1) en operación y una (1) en reserva) y un tanque hidroneumático, enviará el agua potable para cubrir la demanda del edificio de lodos localizado en el predio destinado para la Ampliación de la PTAR y del Suavizador de agua potable (SF-614). También se enviará para reposición al biofiltro de control de olores (BF-611 B) y al tanque de expansión (TQ-815B) para que después sea integrada al circuito de agua caliente a intercambiadores.”

La totalidad de las descargas de agua residuales provenientes del uso de sanitarios de empleados técnicos, administrativos y personal en general será enviada al proceso de tratamiento.

El proyecto abastecerá de saneamiento a la totalidad de las descargas residuales que llegan a ella y al mismo tiempo satisfacer la demanda actual del sector industrial de agua residual tratada

c. Identificación y estimación de generación de residuos

Residuos de manejo especial

Durante la operación de la planta de tratamiento el residuo de manejo especial más representativo es la generación de lodos inertes, la ampliación del proyecto PTAR El Ahogado contemplan la instalación de un nuevo digestor con un volumen útil de 7881 m³. la disposición de los lodos se realizará en el Monorrelleno, ya instalado y en operación dentro del mismo predio de la PTAR El ahogado, (ver dictámenes y resolutivos para su operación en el apartado de anexos)

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos serán provenientes exclusivamente del mantenimiento general de bombas, filtros, bandas, maquinaria pesada, etc. Y serán principalmente estopas de aceite gastado, se estima un aproximado de 50 kg al mes y una empresa certificada será la encargada del manejo y disposición final de los residuos. En la planta se cuenta con almacenes temporales para residuos peligrosos que cumple con todas las características citadas en Norma.

Residuos sólidos urbanos

Con la implementación del proyecto se prevé la contratación de 20 empleados adicionales a los residentes actualmente en la Planta, para obras de manejo técnico, laboratoristas, mantenimiento, seguridad, administración, etc. Por cada trabajador se estima una generación de .5 kg al día. Por tanto se tendrá una generación adicional en el sitio aproximada de 300 kg/mes de residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos serán recolectados y dispuestos mediante el sistema de recolección de residuos municipal de Tlajomulco de Zúñiga.

2.2.10.3 Etapa de abandono

La etapa de abandono o desactivación es una etapa totalmente descuidada, merece atención y cuidado, con el fin de que el proyecto se ajuste a los objetivos previstos en su comienzo, lo cual desafortunadamente no es muy común y, de hecho, no es tratada con frecuencia dentro del ciclo de vida de los proyectos de construcción.

Una vez que se determine el cierre y abandono de la PTAR, deberá informarse a las autoridades competentes y obtener las licencias y permisos que apliquen al momento.

- Demolición y desmelenamiento

Las actividades principales asociadas con esta etapa, o al menos las que se puede prever, son: la demolición de las estructuras y el transporte de los residuos producidos a un sitio de disposición final.

Considerando exclusivamente estas actividades, los impactos esperados en el área de influencia son:

- *Generación de emisiones (gases de combustión y partículas), vibraciones y ruido, producto de la maquinaria utilizada en el sitio.*
- *Levantamiento de polvo, generado durante la demolición y el movimiento y traslado de grandes cantidades de material.*
- *Alteración del paisaje por el inicio de una obra.*
- *Bloqueo parcial de tránsito (por maquinaria y equipo durante los trabajos de demolición).*
- *Generación de un volumen importante de residuos, principalmente de manejo especial (escombro).*

De acuerdo con la evaluación de impactos, el componente ambiental con mayor afectación durante esta etapa será el aire por la emisión de gases contaminantes y partículas de polvo, la infraestructura por el incremento del tráfico vehicular y la generación de residuos. Estos impactos serán de carácter temporal, su duración será equivalente al tiempo de construcción y aplicando medidas de mitigación y prevención, se espera que la intensidad de los impactos sea irrelevante.

Por otro lado, los impactos asociados a la generación de residuos serán de tipo permanente, por lo que se buscará aplicar medidas que permitan disminuir el volumen de generación, su reaprovechamiento o reciclaje y la disposición adecuada en un sitio autorizado por el municipio.

- Limpieza del sitio

Los residuos deberán ser entregados a una empresa autorizada para el transporte y disposición final cerciorándose de que la disposición se haga en sitios autorizados por el municipio. Por la naturaleza de las actividades realizadas en un edificio habitacional, no se espera la generación de un pasivo ambiental. Sin embargo, en caso de detectarse algún tipo de contaminación en el sitio (suelo o agua

subterránea) deberá evaluarse la magnitud de la afectación y en coordinación con las autoridades competentes determinar el tipo de tratamiento que deberá realizarse.

- *Restauración*

La restauración dependerá en gran medida del uso futuro del sitio, ya que en este momento no es posible determinarlo y por lo tanto también se desconocen las acciones que deberán realizarse durante la restauración del sitio.

- *Monitoreo*

Durante el proceso de abandono se deberán monitorear los siguientes elementos ambientales:

- 1) *La maquinaria y equipo deberán encontrarse en buenas condiciones mecánicas y deberán contar con bitácora de mantenimiento. Se recomienda hacer una inspección quincenalmente durante todo el proceso del abandono.*
- 2) *Verificar el manejo, transporte y disposición de los residuos. Esta actividad deberá realizarse semanalmente durante todo el proceso.*
- 3) *Realizar una evaluación de riegos en el lugar de trabajo con la finalidad de implementar medidas que protejan a los trabajadores del sitio.*