
ESTUDIO DE RIESGO

Modalidad “Análisis de Riesgo”:



[CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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 ELECTROMECAÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO]

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO
AGOSTO 2022



SAP Servicios Ambientales Profesionales, S.C.
Cerrada del Matador #5221 Col. Guadalupe Jardín, C.P. 45030, Zapopan, Jal.
Tel. (33) 2400-2659. www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO..... 4

1.1 Bases de diseño 4

 1.1.1 Proyecto civil..... 11

 1.1.2 Proyecto mecánico..... 17

 1.1.3 Proyecto sistema contra incendio..... 18

1.2 Descripción detallada del proceso 19

 1.2.1 Hojas de seguridad 38

 1.2.2 Almacenamiento..... 38

 1.2.3 Equipos de proceso y auxiliares 39

1.3 Condiciones de operación 42

 1.3.1 Especificaciones del cuarto de control..... 42

 1.3.2 Sistemas de aislamiento 45

1.4 Análisis y evaluación de riesgos 46

 1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes. 46

 1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización 48

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES..... 75

2.1 Radios potenciales de afectación 75

2.2 Interacciones de riesgo 83

2.3 Efectos sobre el sistema ambiental. 85

3 SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL 88

3.1 Recomendaciones técnico – operativas..... 88

 3.1.1 Sistemas de seguridad 88

 3.1.2 Medidas preventivas..... 89

4 RESUMEN 91

4.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental 91

4.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental 92

4.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado 98

5 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL..... 101

5.1 Formatos de presentación 101

 5.1.1 Planos de localización..... 101

 5.1.2 Fotografías..... 101

5.2 Otros Anexos 101

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.- Condiciones de calidad de agua de influente.	8
Tabla 1-2.- Condiciones de calidad de agua efluente	8
Tabla 1-3.- Condiciones actuales y condiciones de la ampliación de la PTAR "El Ahogado"	10
Tabla 1-4.- Equipos de extintor de fuego	18
Tabla 1-5.- Sustancias peligrosas utilizadas durante el proceso.	38
Tabla 1-6.- Almacenamiento de las sustancias a utilizar durante la operación de la PTAR.....	38
Tabla 1-7.- Equipos de procesos y auxiliares requeridos para la ampliación de la PTAR.	39
Tabla 1-8.- Requerimientos para construcción del almacén.....	46
Tabla 1-9.- Accidentes e incidentes con diesel (incendios, derrames y explosiones) ocurridos dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.....	47
Tabla 1-10.- Listado de palabras guía utilizadas en el análisis HAZOP	48
Tabla 1-11.- Procesos a analizar durante la construcción del proyecto.	48
Tabla 1-12.- Actividades que se realizarán durante la etapa de operación.....	49
Tabla 1-13.- Jerarquización de riesgos externos al sitio del proyecto.	52
Tabla 1-14.- Identificación y jerarquización de riesgos internos durante la etapa de construcción.55	
Tabla 1-15.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 1... 63	
Tabla 1-16.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 2... 65	
Tabla 1-17.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 3... 66	
Tabla 1-18.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 4... 68	
Tabla 1-19.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 5.. 70	
Tabla 1-20.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 6... 71	
Tabla 1-21.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 7... 73	
Tabla 1-22.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 8... 74	
Tabla 4-1.- Ficha resumen del estado actual y de la ampliación de la PTAR "El Ahogado"	93

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

1 ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

1.1 Bases de diseño

Para el diseño de los procesos de tratamiento seleccionados para la ampliación y posterior operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Ahogado”, respetando los lineamientos establecidos en las bases de licitación y cumpliendo con los códigos, normas, reglamentos y criterios aplicables al diseño estructural de la infraestructura, como son:

CÓDIGOS

Internacionales

- **ANSI:** Instituto Americano Nacional de Pruebas.
- **ASME:** Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
- **AWWA:** Asociación Americana de Obras de Agua.
- **ASTM:** Sociedad Americana para pruebas y materiales.
- **AWS:** Sociedad Americana de Soldaduras.
- **AISC:** Instituto Americano de Construcciones de Acero.
- **ASCE:** Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

Nacionales

- **Comisión Nacional del Agua (CNA).**- Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- **Asociación de Cemento Pórtland.**
- **Instituto Mexicano de Construcción de Acero (IMCA).**
- **Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).**
- **Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).**
Capítulo C.1.3. “Diseño por Sismo”.
Capítulo C.1.4. “Diseño por viento”
Capítulo C.1.5. “Tanques y Depósitos”.
- **Lineamientos técnicos para la elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Comisión Nacional del Agua (CNA).**
- **Estructuras de concreto para el Mejoramiento del Medio Ambiente (ACI-350).**

NORMAS

- **Normas y Especificaciones de la Comisión Nacional del Agua (CNA).**
- **NOM-007-CNA-1997,** Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.
- **NOM-E-18-1989,** Tubos de polietileno para conducción de fluidos a presión.

SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- **Normas del Instituto de Hidráulica (HIS).**
- **NMX-C-403-ONNCCE-1999**, "Industria de la Construcción – Concreto Hidráulico para uso estructural".
- **NMX-C-414-ONNCCE-1999**, "Industria de la Construcción – Cementos Hidráulicos – Especificaciones y métodos de prueba".
- **E-018-SCFI-2002**, Tubos de polietileno alta densidad (PEAD) agua a presión.
- **E-216-1994-SCFI**, Tubos de polietileno alta densidad (PEAD) sistemas de alcantarillado.
- **NOM-009-ENER-1995**, Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.
- **NOM-026-STPS-1998**, Identificación de riesgos conducidos en tuberías.
- **NOM-003-SCT-2000**, Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- **NOM-001-SEMARNAT-1996**, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- **NOM-004-SEMARNAT 2002**, Protección ambiental. - la cual especifica límites máximos permisibles de contaminantes de los lodos para su aprovechamiento y disposición final.
- **NOM-083-SEMARNAT 2003**, Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

REGLAMENTOS

- **Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318).**
- **Reglamento de construcciones del Estado de Jalisco.**
- **Reglamento de Construcciones para el Departamento del Distrito Federal (RDDDF) y sus Normas Técnicas Complementarias correspondientes.**

CRITERIOS PARA LA AMPLIACIÓN

Para las condiciones de diseño de la Ampliación de la PTAR en capacidad, se debe considerara 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.

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

11. Sistema de control de olores
12. Construcción de vialidades internas

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.

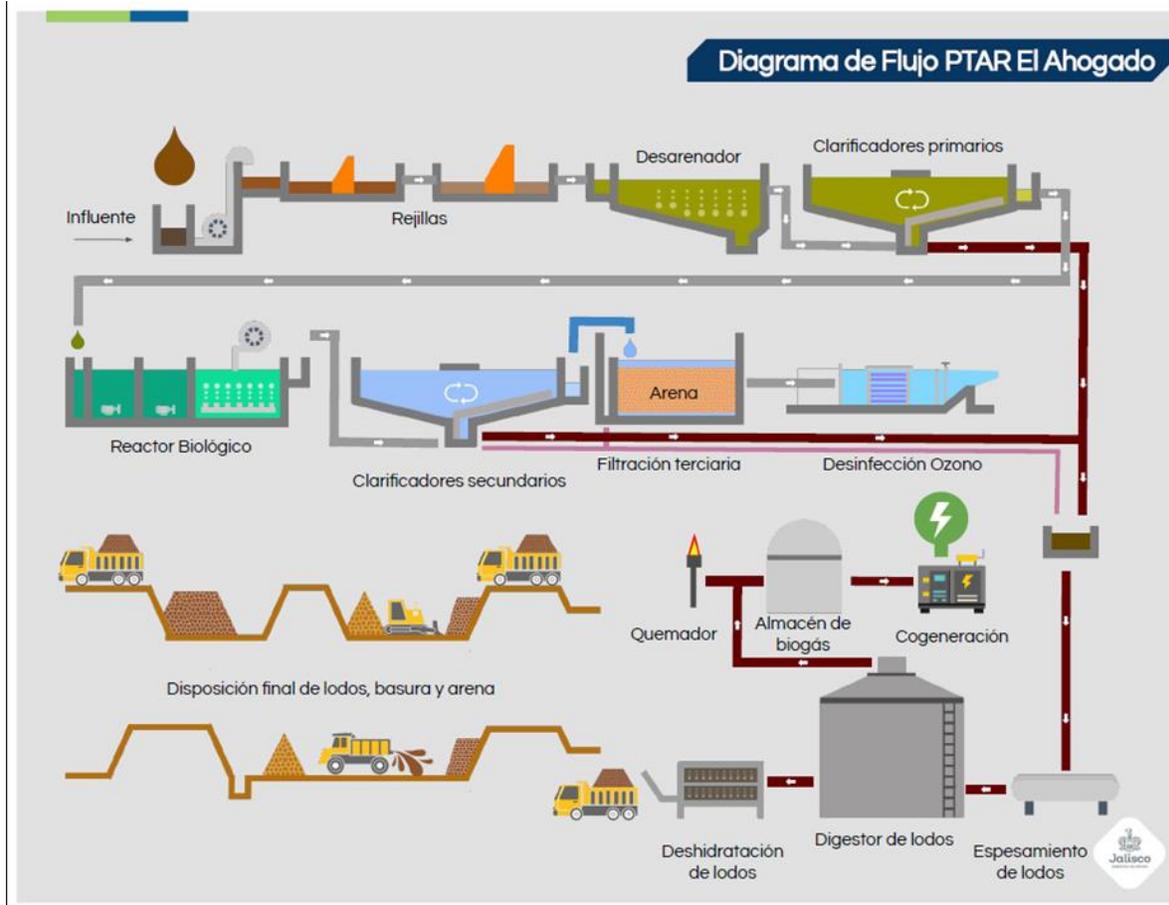


Ilustración 1-1.- Diagrama de proceso para el tratamiento de agua residual en la Planta de Tratamiento "El Ahogado"

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-1.- 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
Alcalinidad	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 1-2.- Condiciones de calidad de agua efluente

LÍMITES MÁXIMOS DE CALIDAD DEL AGUA EFLUENTE

Embalses, lagos y lagunas

PARAMETRO	UNIDADES	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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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 436 nm 525 nm 620 nm	Coeficiente de Absorción Espectral Máximo 7.0 m-1 5.0 m-1 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 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "El Ahogado".

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-3.- 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				
Espesamiento	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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

1.1.1 Proyecto civil

➤ **Excavación 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.

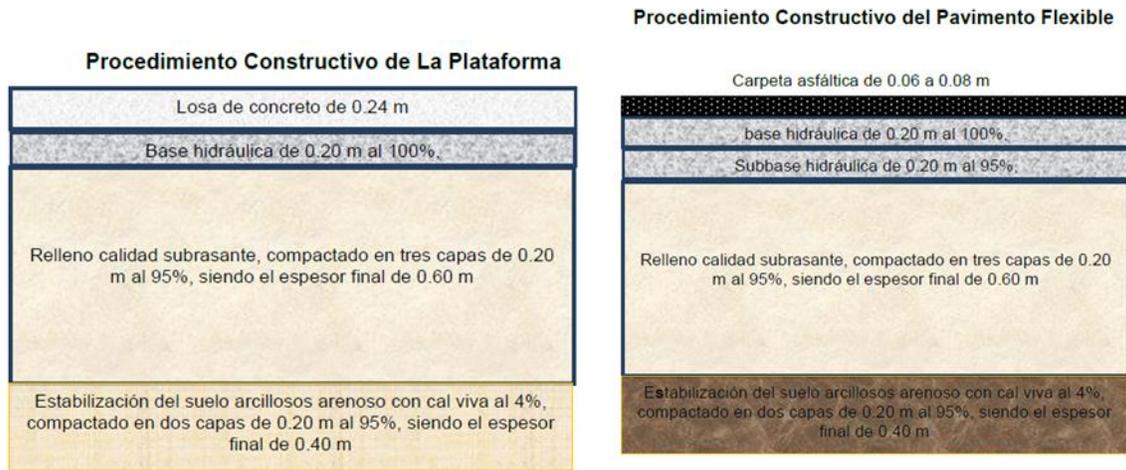


Ilustración 1-3.- Propuestas para el proceso constructivo de la Plataforma y Vialidades

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

➤ **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.

➤ **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.

➤ **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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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 de Pinos Piñoneros, 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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

1.1.2 Proyecto mecánico

Para la operación de la PTAR se contará con tuberías metálicas y plásticas. Las tuberías metálicas se consideraron para los diferentes tipos de fluidos como: agua residual, efluente del reactor biológico, para los lodos y para aguas con diferentes características que se puede requerir durante el proceso.

Estas tuberías se caracterizarán por ser de diámetros de 24" ó mayores de acuerdo a la especificación ASTM A 36; las tuberías de 20" a 14 "son de acero al carbón con una Cédula de 10 y de 12" a 2" son de acero al carbón con Cédula 40 de acuerdo a la especificación ASTM A 53 Gr.B.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

En cuanto a las tuberías plásticas se caracterizarán por ser de polietileno de alta densidad y se unirán por termofusión con un RD variable de acuerdo a la presión de diseño del proyecto.

Además, también se contará con tuberías de PVC para conducción de las aguas.

1.1.3 Proyecto sistema contra incendio

El proyecto de la ampliación se ajustará a las instalaciones que se encuentran previamente construidas y en operación, las cuales cuentan con los siguientes requerimientos en materia de sistema contra incendio.

Las áreas o equipos en donde se pudieran presentar igniciones serían:

- Edificio Administrativo y Laboratorio.
- Edificio Taller, almacén y comedor.
- Subestaciones eléctricas
- Calentador de agua.
- Cuartos de control.
- Tanque de almacenamiento y tuberías de biogás.
- Área de cogeneración.
- Área de bombas
- Área de sopladores
- Área de procesos que tengan motores

⇒ **Cantidad y capacidad de extintores.**

La planta cuenta con extintores de polvo químico seco (PQS) y CO₂, los cuales estarán fabricados de acuerdo con las Normas Oficiales NOM-100-STPS-1994 y NOM-104-STPS-1994.

Estos equipos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1-4.- Equipos de extintor de fuego

Ubicación por áreas	Cantidad	Tipo
Edificio Administrativo y Laboratorio	4	PQS
Edificio Taller, almacén	4	PQS
Edificios de subestaciones	4	CO ₂
Comedor y vestidores	2	PQS
Almacén de residuos peligrosos	1	PQS
Calentador de agua	2	PQS
Cuarto de control	2	CO ₂

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tanque de almacenamiento y tuberías de biogás	1	PQS
Caseta de vigilancia	2	PQS
TOTAL	16	PQS
	6	CO2

Con el fin de que sucedan incendios la planta cuenta con un programa de Contra incendio que incluirá los programas de mantenimiento de equipos eléctricos, mecánicos y de los equipos de extinción.

1.2 Descripción detallada del proceso

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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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).

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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, suministrarán 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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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-803C-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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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).

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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 biogás 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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORRELENO

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 Monorreleño, 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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Los compuestos orgánicos son biológicamente oxidados a CO_2 , H_2O y sales orgánicas, mientras que el H_2S lo será a compuestos oxidados del azufre como S^0 , S_2O_3^- y SO_4^{-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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

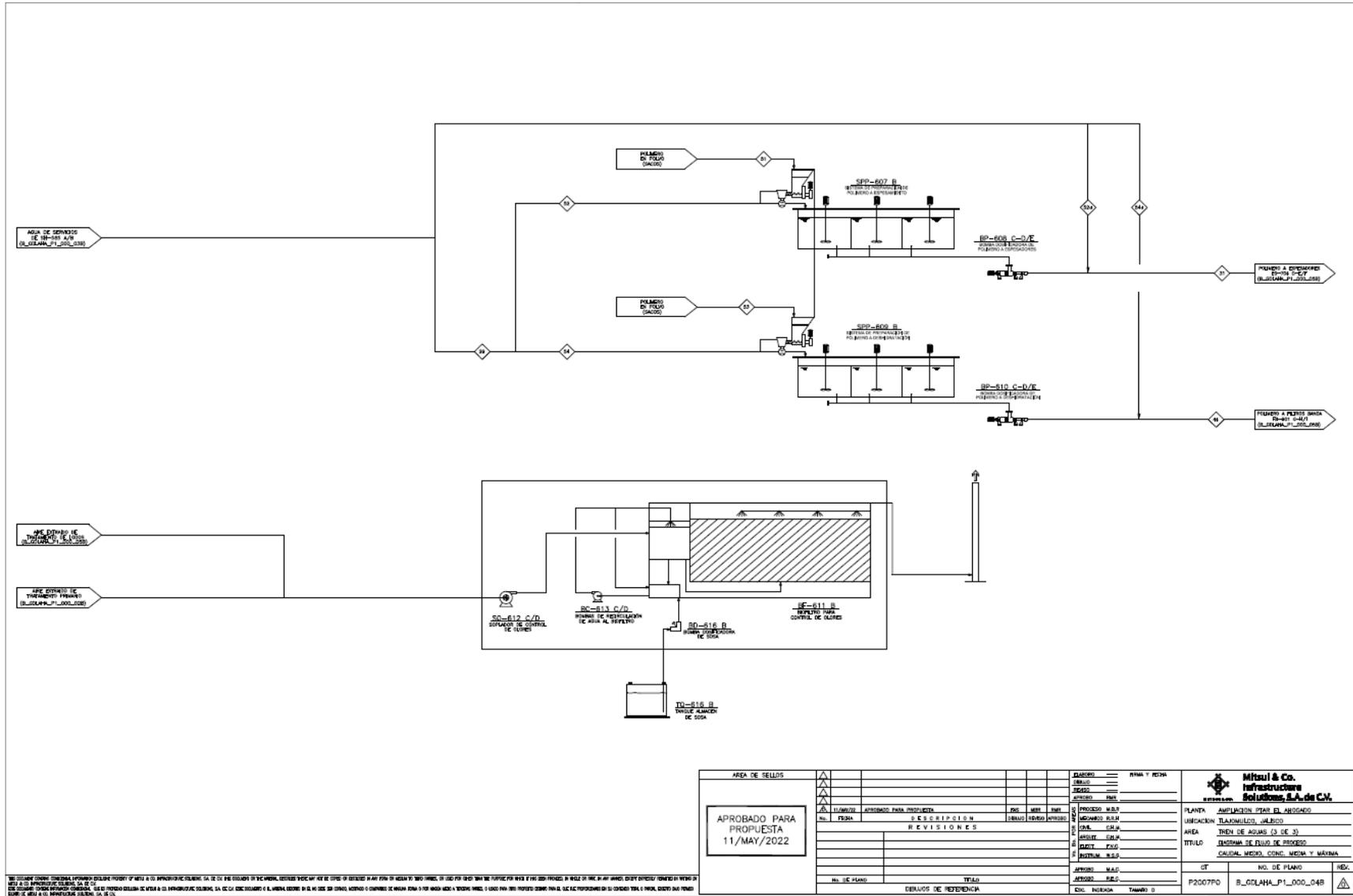


Ilustración 1-7.- Plano y diagrama de operatividad de la construcción y operación de la ampliación. Plano Tren de aguas (3 de 3)

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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 ELECTROMECHANICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

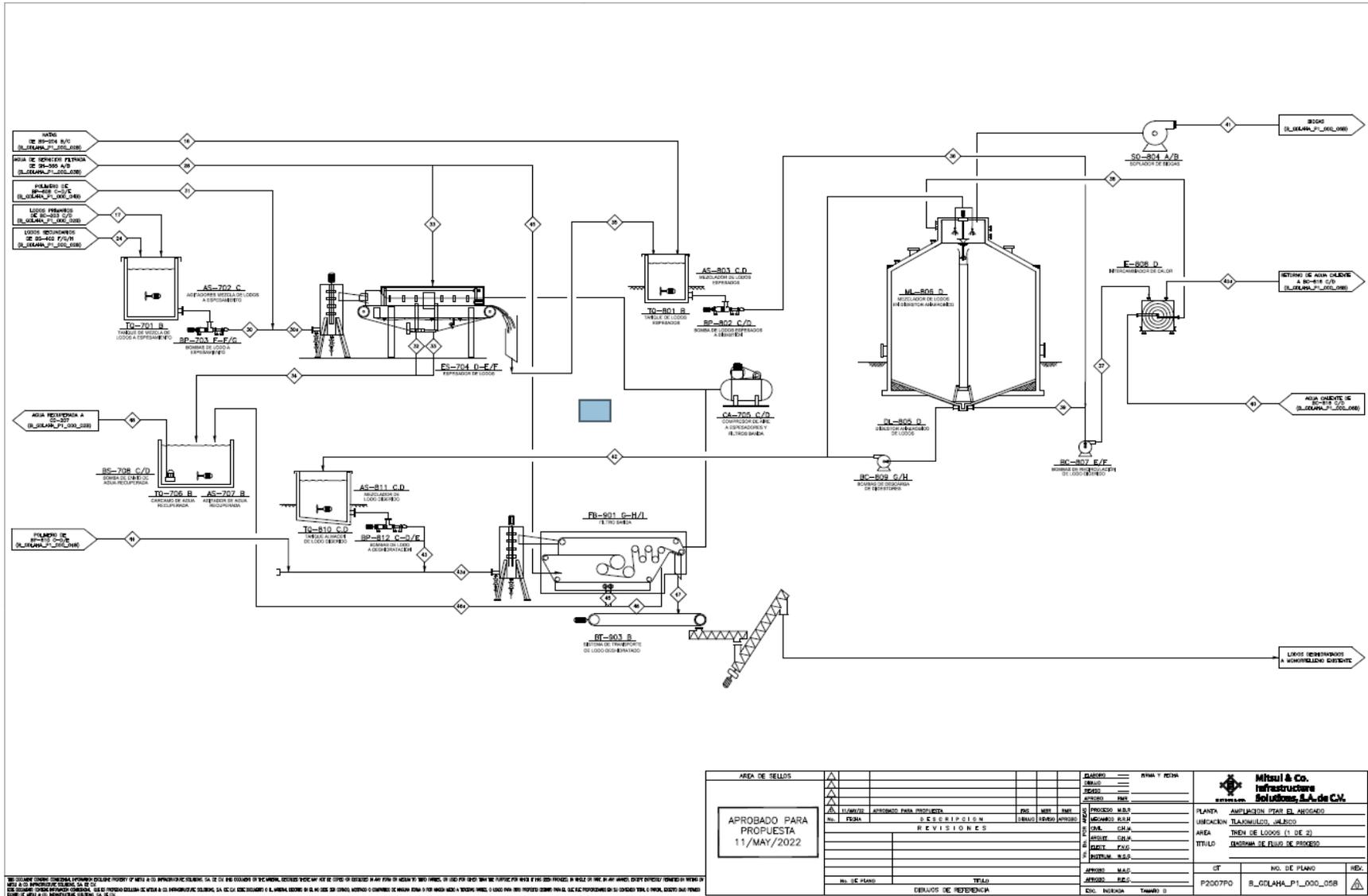


Ilustración 1-8.- Plano de instalaciones y diagrama de proceso para la ampliación de la PTAR "EL AHOGADO". Plano Tren de lodos (1 de 2)

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

1.2.1 Hojas de seguridad

Durante la operación de la ampliación de la PTAR, se emplearán las siguientes sustancias:

Tabla 1-5.- Sustancias peligrosas utilizadas durante el proceso.

Sustancia	No. CAS	Proceso	Características de peligrosidad
Diesel	68334-30-5	Utilizado para el arranque en el caso de paro del sistema de cogeneración, así como, Digestión Anaeróbica para el calentador de agua y para la planta de emergencia	Inflamable
Ozono	10028-15-6	Proceso de desinfección	Comburente Toxico
Metano (biogás)	74-82-8	Se genera de los biodigestores para posterior utilización de cogeneración de energía.	Inflamable Toxico

Dentro del apartado de **Anexos**, se presentan las Hojas de Datos de Seguridad de las sustancias peligrosas involucradas en el proceso del proyecto. Dichas hojas de seguridad cumplen con lo establecido en la NOM-018-STPS-2000.

1.2.2 Almacenamiento

Como se mencionó anteriormente las sustancias químicas a utilizar durante la operación de la PTAR principalmente son: diesel, metano (biogás) y ozono; los cuales se almacenarán de la siguiente manera:

Tabla 1-6.- Almacenamiento de las sustancias a utilizar durante la operación de la PTAR

Sustancia	Tipo de almacenamiento	Características del tipo de almacenamiento
Biogás (metano)	Tanque almacén de biogás de 2,430 m ³ .	Tipo: 3-Membrane gasholder Cap. Total de operación 2,430 m ³ . Presión de operación: 25 MBARS. Diámetro almacén: 16.9 m. Altura almacén: 12.7 m.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Sustancia	Tipo de almacenamiento	Características del tipo de almacenamiento
		Material de Construcción: fibra de poliéster cubierta de PVC doble
Diesel Solo para operaciones de respaldo Plantas Eléctricas de Emergencia y calentador de agua durante el arranque de la planta.	Tanque de acero de 24 m ³	Tipo: cilíndrico vertical, fondo plano, tapa cónica. Capacidad de operación: 24 m ³ , Dimensiones: 2.4 m de diámetro y 2.1 m de operación. Altura: 5.4 m. Mat. Fabricación: acero A-36 con recubrimiento en el exterior de primario alquidálico anticorrosivo.
Ozono	N/A	El ozono se incorporará al sistema de desinfección para reducir la concentración de coliformes totales en el efluente del tratamiento secundario, por lo que no se tendrá almacenamiento de ozono. 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.

1.2.3 Equipos de proceso y auxiliares

Debido a que la PTAR “El Ahogado” se encuentra construida y en operación, la ampliación a esta se realizará partiendo de lo ya construido, es decir, la parte de pretratamiento. Por tanto, los equipos que se encuentran en la parte de pretratamiento, serán los que ya se encuentran instalados y en operación en la PTAR. En cuanto a la ampliación se realizará la instalación de los siguientes equipos de procesos y auxiliares.

Tabla 1-7.- Equipos de procesos y auxiliares requeridos para la ampliación de la PTAR.

Área	Equipo	Cantidad
Pre-tratamiento	Caja de control (TQ 101)	1
	Equipo de pre-desbaste (EPD-102 A... C/D)	4
	Cuchara tipo Almeja (AL 103)	1
	Polipasto eléctrico para	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

	Almeja (PL-104)	
	Contenedor para basuras con tapa móvil (TQ-105 A/B)	2
	Cárcamo de agua cruda (TQ-106)	1
	Tapa flotante (TF-108)	1
	Caja de distribución a rejillas gruesas (CD-109)	1
	Canal de rejillas gruesas (CA-110 A... C/D)	4
	Rejilla gruesa automática (RA-111 A... C/D)	4
	Banda transportadora para rejillas gruesas (BT-112)	1
	Compactador de basuras de rejillas gruesas (CB-113)	1
	Contenedor para basura de rejillas gruesas con tapa móvil (TQ-114)	1
	Canal de rejillas finas (CA-115 A... E/F)	6
	Rejilla fina automática (RA-116 A... E/F)	6
	Banda transportadora para rejillas finas (BT-117)	1
	Compactador de basuras de rejillas finas (CB-118)	1
	Contenedor para basura de rejillas finas con tapa móvil (TQ-119)	1
	Desarenador - desengrasador (DA-121 A... C/D)	4
	Soplador para Air Lift (SO-122 A... C/D)	4
	Caja de distribución a clarificadores primarios (CD-124)	1
Sedimentación primaria	Clarificador primario (CP-200 E)	1
	Caja de distribución a clarificador primario (CD-207)	1
	Contenedor de natas (TQ-207 E)	1
	Bomba de lodos propios de	1

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

	recirculación (BC-207 A/B)	
	Agitador de lodos primarios (AS-202 B)	1
	Boma de lodos primarios (BC-203 C/D)	1
Sistema de remoción de nutrientes de tres etapas	Agitador sumergible tanque anaeróbico (AS-303 E1-E2)	1
	Agitador sumergible tanque anoxico (AS -304 E1-E2 E3 -E4)	1
	Reactor Aerobico (RB – 305 E)	1
	Bombas de recirculación (BS-307 E1-E2 E3-E4)	1
	Soplador de aire para difusión (SO-308 F-G)	1
Clarificación secundaria	Clarificador secundario (CS - 400 E-F)	1
	Bombas de recirculación de lodos (BS – 402 F-G/H)	1
Desinfección con Ozono	Tanque de contacto con ozono (TQ – 500 A-B-C)	1
	Sistema de difusión de ozono (SD-504 A-B)	1
	Rector de destrucción de Ozono (RE-510 A-B)	1
Filtración terciaria	Filtro de disco (FM – 550 A – B – C – D)	1
	Bombas de limpieza (BC – 551 y BC – 552)	2
Agua de servicio	Bombas de aguas (BC – 557 A/B y BS – 569 A.B.C.D.E/F)	2
	Sistema hidroneumático	4
	Bomba dosificadora de polímero a espesadores (BP-606 C-D/E)	1
	Bomba dosificadora de polímero (BP-606 C-D/E)	2
	Soplador de control de olores (SO-612 C/D)	1
	Bombas de recirculación de agua al biofiltro	1
	Bomba dosificadora de sosa (BD-616 B)	1
	Biofiltro para control de olores (BF-611 B)	1

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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 ELECTROMECAÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tren de lodos	Tanque de mezcla de lodos (TQ – 701 B)	1
	Agitadores de mezcla de lodos (AS-702 C)	1
	Espezador de lodos (ES-704 D-E/F)	1
	Cárcamo de agua recuperada (TQ – 706 – B)	1
	Tanque de almacén de lodos (TQ – 810 C.D.) Mezclador de lodo digerido (AS-811 C.D.)	1
	Bombas de lodos (BP-812)	3
	Filtro de Banda (FB – 901 G-H/I)	1
	Compresor de aire (CA-705 C/D)	1
	Bombas de circulación	2
	Digestor anaeróbico de lodos (DL-805 D)	1
	Soplador de biogás (SO-804 A/B)	1
	Intercambiador de calor (IE-808 D)	1
	Sistema hidroneumático (SH-619 B)	1
	Suavizador de agua potable (SF – 614 B)	1
	Tanque de expansión (TQ-815 B)	1
	Tanque de almacén de biogás (TQ – 821)	1
Soplador de aire para tanque de almacén de biogás (SO-822 A/B)	1	

1.3 Condiciones de operación

1.3.1 Especificaciones del cuarto de control

La automatización para PTAR Ampliación El Ahogado se considerará de manera independiente a la PTAR existente, considerando un PLC como sistema de control.

El sistema de control estará diseñado para satisfacer los requisitos del control eléctrico que sean definidos por el responsable del proceso en la Filosofía de Operación de la PTAR. En esta filosofía

SAP Servicios Ambientales Profesionales, SC

www.sapconsultores.com.mx

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

se indica la forma de operación de la PTAR, tipos de operación aplicables en los subprocesos, indicación de alarmas, controles, temporizadores, etc. Los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) identificarán los componentes requeridos para ejecutar los lazos de control e instrumentación.

La operación de la PTAR se realizará de acuerdo con lo indicado en la Filosofía de Operación. De manera general, la operación de la PTAR puede ser:

- Manual
- Manual – Local
- Manual – Remoto
- Automática

La automatización de la PTAR de la Ampliación El Ahogado, estará basada en el uso de Controladores Lógicos Programables con redundancia tipo Hot Stand-by en su Procesador Central (CPU) (no se admiten CPU's en el mismo rack o bastidor), con redundancia en fuentes de alimentación.

El monitoreo y operación del sistema de control será centralizado en un solo puesto de operación y estará localizado en el Cuarto de Control Central dentro de la PTAR existente, desde donde se controlará y supervisará en tiempo real la operación de la planta por medio de una interfase Hombre-Máquina (HMI) con una estación de operación tipo torre y su monitor correspondiente.

El sistema de automatización estará compuesto de tableros descentralizados con extensiones de Entradas / Salidas comunicados al nuevo PLC redundante de la ampliación, ubicado en la subestación principal del proyecto de ampliación, por medio de una red RIO (redundante) y estarán ubicados en los cuartos de subestaciones derivadas donde se albergarán los Centros de Control de Motores, de acuerdo con la zona y distribución del proyecto. El total de Tableros dependerá de la distribución de la PTAR, desde donde se distribuirán en forma radial las señales de entrada / salida digitales y analógicas de todos los equipos e instrumentación de campo. La red RIO será en base a Ethernet, con característica de redundancia. El dimensionamiento del PLC estará de acuerdo con el sumario de Entradas / salidas en cada una de los tableros ubicados en las subestaciones derivadas.

Se requiere la instalación de UPS's en cada tablero de PLC's ó de entradas / salidas remotas, que darán soporte de energía en caso de falla del suministro normal eléctrico. Las UPS's estarán calculadas para proporcionar respaldo al equipo de PLC's durante 1 hora.

Las pantallas que se mostrarán en el sistema supervisor deberán mostrar todos los elementos físicos que intervienen en el control de la PTAR Ampliación El Ahogado y estar de acuerdo con lo representado en los DTI's.

Se requiere un 20% de reserva en la cantidad de Entradas / salidas alambradas.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Debido a la distancia entre subestaciones derivadas, el enlace entre el PLC y los tableros de entradas / salidas remotas deberá ser mediante fibra óptica, además de lograr un anillo redundante.

Se deberán utilizar módulos para manejo de entras / salidas intrínsecamente seguras en los casos donde se requiera recibir y llevar señales eléctricas de control desde el sistema del PLC hacia dispositivos electromecánicos y de instrumentación en campo ubicados físicamente en zonas riesgosas definidas en FACTORY MUTUAL como Clase I Div. 1 grupos A - G (ó en CENELEC como exia, exhib, Zona 0,1)

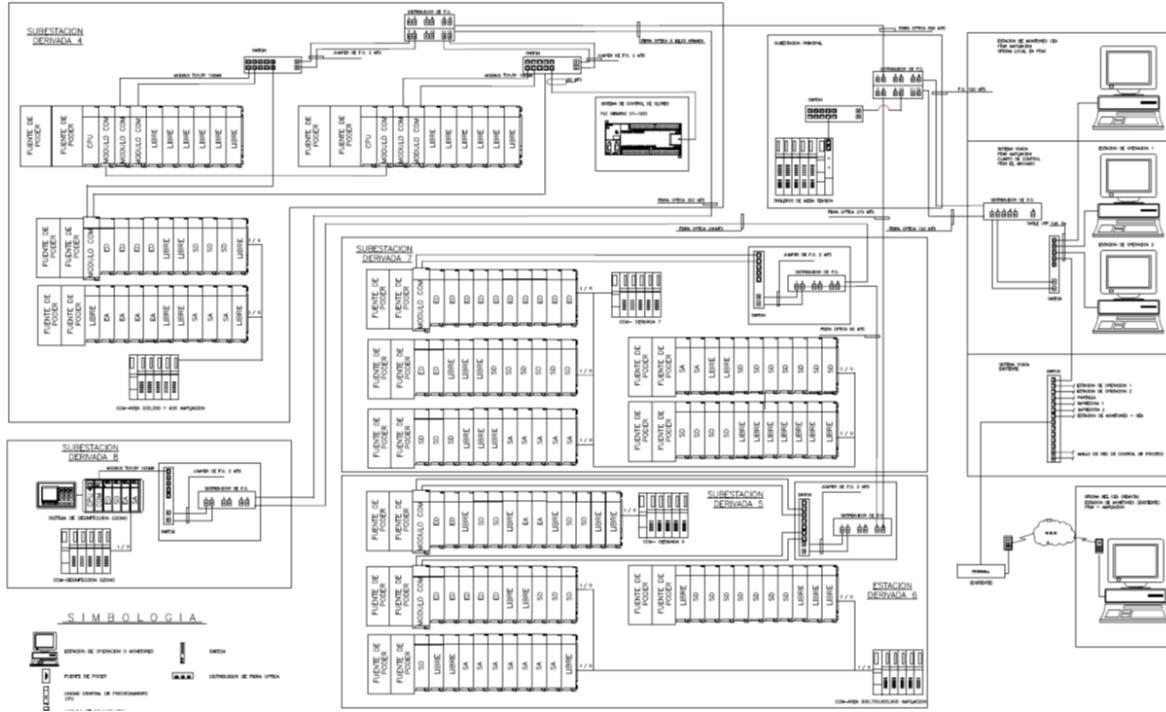


Ilustración 1-10.- Diagrama de instalación del cuarto de control.

A continuación, se presenta una fotografía del estado actual del cuarto de control de la PTAR “El Ahogado”

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO



Ilustración 1-11.- Cuarto de control de la PTAR "EL AHOGADO"

1.3.2 Sistemas de aislamiento

Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

- A. Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- B. Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- C. Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- D. Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- E. Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia.
- F. Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- G. Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- H. El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios,
- I. La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical. Para áreas cerradas y abiertas, además de las precisadas como condiciones básicas:

Tabla 1-8.- Requerimientos para construcción del almacén

Áreas cerradas	Áreas abiertas
<p>a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;</p> <p>b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;</p> <p>c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;</p> <p>d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y</p> <p>e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.</p>	<p>a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,</p> <p>b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;</p> <p>c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y</p> <p>d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.</p>

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

El almacén temporal de residuos peligrosos, debe contar con una persona responsable que vigile y registre el ingreso y salida de los diferentes residuos. El acceso al mismo debe estar restringido. Todo recipiente que ingrese al almacén deberá estar claramente identificado con el residuo que contenga. Asimismo, los contenedores dispuestos en el interior del almacén deben estar también debidamente identificados, para evitar confusión. No deberán permanecer recipientes conteniendo residuos peligrosos, fuera del almacén.

1.4 Análisis y evaluación de riesgos

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.

Se realizó una revisión documental de los últimos accidentes e incidentes ocurridos en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga relacionados al manejo de sustancias similares a las que se tendrá en la PTAR (ozono, metano y diesel). La tabla que se presenta a continuación muestra los

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

informes mensuales reportados por protección civil de Tlajomulco de Zúñiga con los principales eventos ocurridos; donde se puede apreciar que algunos de los accidentes están asociados a fuga, derrames e incendios.

Incidentes con gas metano

Se tiene registro de un sólo incidente relacionado con gas natural, esto ocurrido el 27 de abril del 2006 ubicado en carretera a El Castillo 1250 por parte de la empresa Honda de México, S.A. de C.V. ocurrió una explosión por gas natural, debido a que manejaba gas natural en un flujo aproximado de 196.86 kg/hr.

Incidentes con diesel

De acuerdo con los registros documentales por parte del Atlas de Riesgo, se tienen los siguientes incidentes en los que se involucra el diesel.

Tabla 1-9.- Accidentes e incidentes con diesel (incendios, derrames y explosiones) ocurridos dentro del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

Año	Sitio	Empresa	Descripción del evento
2005	Prol. López Mateos Sur 8007 entre Ant. Camino Real A Colima y Cerrada del Terron.	Estación de Servicio Dial, S.A. de C.V.	Derrame de 140,000 litros de combustible.
2005	Carretera Guadalajara y calle Francisco Villa	Combustibles Popoyote, S.A. de C.V.	Derrame de 140,000 litros de combustible.
2005	Carretera Federal 15, Jiquilpan Guadalajara Km 136 + 400	Productos seleccionados, S.A. de C.V.	Derrame de 160,000 litros de combustible.
2005	Av. Ramon Corona No. 715, col. Santa Anita	Combustibles de Santa Anita, S.A. de C.V.	Derrame de 120,000 litros de combustible.
2005	Carretera Guadalajara – Morelia No. 1770	Combustibles Poseidón	Derrame de 200,000 litros de combustible.
2005	Carretera a Morelia No. 1521, Camino a la Tijera.	Petromax, S.A. de C.V.	Derrame de 100,000 litros de combustible.
2006	Ejido Santa Cruz de la Loma 9.8 km	Inercom Asesoría Industrial, S.A. de C.V.	Derrame de 2,550 litros de combustible.
2006	Km 35 Carretera Guadalajara – El Salto	Corporación de Occidente, S.A. de C.V.	Derrame de 60,000 litros de combustible

Incidente con Ozono.

No se tiene registro de accidentes o incidentes con ozono. Este gas es utilizado para la reducción de la concentración de coliformes totales en el efluente del tratamiento secundario del agua.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Para poder determinar el tipo de riesgo que representa el establecimiento del proyecto; primeramente, se requiere estimar su magnitud, por lo que se hace necesario realizar un análisis sistemático y lo más completo posible de todos los aspectos que implica para la población, el medio ambiente y los bienes materiales, la presencia de dicho establecimiento, las sustancias que utiliza, los equipos, etc.

En el presente estudio, se utilizan técnicas de ambos métodos de análisis de riesgo: De los métodos generalizados se utiliza la técnica HAZOP, ¿y el análisis "What if ...?" (¿Qué pasaría si...?); mientras que de los índices de riesgo se utiliza en índice DOW.

Análisis de operabilidad, HAZOP

El Análisis HAZOP, es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación. La característica principal del método es que se realiza por un equipo pluridisciplinario de trabajo.

La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de una desviación de las variables de proceso, planteadas a través de palabras guía.

Construcción

Tabla 1-10.- Listado de palabras guía utilizadas en el análisis HAZOP

PALABRAS GUÍA
No-nulo-nada
Mas-alto-mucho
Menos-menor
Además de – así como
Parte de
Inverso
Distinto de

Los procesos que podrían llegar a representar riesgos significativos durante la construcción se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1-11.- Procesos a analizar durante la construcción del proyecto.

PROCESOS
Excavación
Cimentación
Equipamiento
Condiciones del equipo - maquinaria

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESOS
Capacitación
Seguridad

Operación

Para el análisis HAZOP, se tomó en cuenta la naturaleza del proyecto, debido a que el proyecto consta de diferentes etapas del proceso, se dividieron en nodos, para realizar una mejor realización e identificación de los riesgos durante la etapa operativa de la ampliación de la PTAR EL AHOGADO.

Se utilizaron las mismas palabras guía descritas en la etapa de construcción. Los procesos que podrían llegar a representar riesgos significativos durante la operación del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1-12.- Actividades que se realizarán durante la etapa de operación.

Nodo	Proceso
1	Sedimentación primaria.
2	Sistema de remoción biológica de nutrientes de tres etapas: 1. Reactor anaeróbico para remoción biológica de fósforo. 2. Reactor anóxico para remoción de nitrógeno. 3. Reactor aeróbico.
3	Sedimentación secundaria.
4	Desinfección con Ozono.
5	Filtración terciaria.
6	Servicios auxiliares: Biofiltro para control de olores.
7	Tren de lodos
8	Cogeneración

Jerarquización del riesgo

Para la jerarquización de los riesgos del proyecto se utilizaron los criterios establecidos en el apartado 8.3 de la NOM-031-STPS-2011 "Construcción – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo", en donde se especifica que la jerarquización del riesgo se obtiene a partir de dos variables: frecuencias de la ocurrencia y severidad del daño.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

La categoría de frecuencia de ocurrencia de los riesgos, se obtiene considerando la posibilidad de que ocurran éstos, asociados a las actividades de la obra, como se muestra en la siguiente tabla.

FRECUENCIA		DEFINICIÓN
CATEGORÍA	DENOMINACIÓN	
A	Remota	Que excepcionalmente puede ocurrir
B	Aislada	Que difícilmente ocurre
C	Ocasional	Que pocas veces ocurre
D	Recurrente	Que se repite con periodicidad
E	Frecuente	Que ocurre con regularidad

Por su parte, la severidad del daño que puede ocasionar el riesgo se obtiene al considerar las definiciones establecidas en la siguiente tabla.

SEVERIDAD		DEFINICIÓN
CATEGORÍA	DENOMINACIÓN	
I	Menor	Sin daños o con daños que implican incapacidades temporales del trabajador de tres días o menos
II	Moderada	Puede implicar la incapacidad temporal del trabajador por más de tres días
III	Crítica	Puede implicar la incapacidad permanente parcial del trabajador
IV	Fatal	Puede implicar la incapacidad permanente total o deceso del trabajador

Por último, la jerarquización del impacto del riesgo se obtiene asociando la frecuencia de la ocurrencia del riesgo, con la severidad del daño que puede ocasionar. Ver tabla siguiente.

			SEVERIDAD DEL DAÑO			
			I MENOR	II MODERADA	III CRÍTICA	IV FATAL
Frecuencia de ocurrencia del riesgo	E	Frecuente	Medio	Elevado	Grave	Grave
	D	Recurrente	Bajo	Medio	Elevado	Grave
	C	Ocasional	Mínimo	Bajo	Medio	Elevado
	B	Aislada	Mínimo	Mínimo	Bajo	Medio
	A	Remota	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Bajo

El presente análisis es en relación a la construcción de una ampliación de la PTAR “EL AHOGADO”, por lo que el análisis se centrara a la ampliación abarcando los posibles riesgos de la construcción y posterior operación. Por lo que, a continuación, se en lista los procesos a llevarse a cabo durante la etapa de operación.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Dentro de las principales operaciones de la ampliación de la PTAR, se pueden encontrar las siguientes

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-13.- Jerarquización de riesgos externos al sitio del proyecto.

DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
Sismo	----	<p>Grietas o fracturas en muros y/o losas, puede ocasionar daños severos a la propiedad, a los trabajadores.</p> <p>Daños a la línea eléctrica con probabilidad de incendio.</p> <p>Derrumbe total o parcial.</p> <p>Daños al proyecto de almacenamiento y distribución de las sustancias peligrosas.</p>	<p>Social</p> <p>Económico</p> <p>Ambiental</p>	<p>Aplicar criterios, recomendaciones y lineamientos sugeridos en los trámites realizados ante autoridades competentes.</p> <p>Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos.</p> <p>Construcción contemplando los parámetros sísmicos de la zona.</p> <p>Realizar un riguroso control de calidad en todos los materiales utilizados en la obra.</p> <p>Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.</p>	<p>B</p> <p>Frecuencia</p>
					<p>III</p> <p>Severidad</p>
<p>BAJO Jerarquización</p>					
Hundimiento	<p>Falla del material en la zona del proyecto.</p> <p>Socavación por</p>	<p>Asentamientos en la sub estructura.</p> <p>Daños estructurales en el inmueble.</p>	<p>Social</p> <p>Económico</p>	<p>Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos.</p> <p>Realizar un riguroso control de</p>	<p>B</p> <p>Frecuencia</p>
					<p>III</p> <p>Severidad</p>

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
	infiltración de agua.	Lesiones a trabajadores, usuarios o visitantes. Entorpecimiento de la circulación en la zona		calidad en todos los materiales utilizados en la obra. Las obras de conducción, tubería, bandas transportadoras, que se instalen deberán supervisarse adecuadamente, evitando que existan fugas. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.	BAJO Jerarquización
Se presenta una lluvias torrencial o granizada	Condiciones climáticas propicias para la ocurrencia de estos fenómenos.	Inundación en las vialidades de acceso al proyecto ocasionando el entorpecimiento del tráfico y la imposibilidad de ingresar o salir del sitio.	Social Económico	Considerar valores apropiados de intensidad de lluvia en el sitio y periodos de retorno para el diseño de obras que permitan el desalojo de agua (drenaje pluvial). Realizar mantenimiento periódico a muros, impermeabilización y revisar el libre flujo de canales pluviales llevando a cabo el desazolve. Monitoreo de condiciones climáticas.	E Frecuencia
		Molestias a los trabajadores, habitantes o visitantes.			I Severidad
		Pérdida de los servicios (luz, abastecimiento de agua potable). Pérdidas materiales.			MEDIO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
Ocurre una tormenta eléctrica y rayos	Condiciones climáticas propicias para la ocurrencia de estos fenómenos.	Incremento del riesgo de electrocución. Pérdida de energía eléctrica temporal.	Social	Suspender actividades durante la tormenta. Monitoreo de condiciones climáticas. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.	C Frecuencia
					II Severidad
					BAJO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-14.- Identificación y jerarquización de riesgos internos durante la etapa de construcción.

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
Excavaciones	SI	Ocurre un accidente laboral	Sobrecarga en el borde de la excavación por acopio de material o maquinaria pesada. Falla en la mecánica de suelos (en la resistencia del terreno o el agua presente) o desconocimiento de las características técnicas del material a excavar Falta de estructura de soporte lateral de acuerdo a la naturaleza del terreno Exceso de humedad o deshidratación del terreno	Derrumbes Atrapamiento Caídas Vuelco de maquinaria	Económico Social	Delimitar y señalar el área de excavación. Retirar constantemente el material para evitar la sobrecarga. Implementar un plan de respuesta en caso de emergencias.	B Frecuencia
							IV Severidad
							MEDIO Jerarquización
Excavaciones	NO	El método de	No acatar las	Atrapamiento por	Económico	Adoptar una losa	B

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
		excavación no es el adecuado	recomendaciones de la mecánica de suelos	inestabilidad y derrumbe de las paredes de la excavación	Social	de concreto de 0.24 m y una base hidráulica de 0.20 m al 100% de acuerdo con los cálculos realizados.	Frecuencia
			Falla en la estabilización de taludes	Caídas de objetos		Se deberá evitar la circulación de vehículos que pongan en riesgo la estabilidad de las paredes de la excavación	IV Severidad
			Falta de especialización de la mano de obra	Caídas de trabajadores		Inspeccionar al inicio y al final de cada jornada los sistemas utilizados en la estabilización de las paredes al inicio y al final de cada jornada, para garantizar la firmeza de la excavación	MEDIO Jerarquización
			El contratista de la excavación no realiza el diseño detallado del proceso de excavación previo al inicio			Prohibir que los trabajadores permanezcan en el interior de la zanja, mientras la maquinaria de	
			Excavación en época de lluvias y sin protección contra la erosión				
			Excavaciones en secciones mayores a las indicadas, y sin dejar adyacentes sin retirar la berma				

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
						excavación esté en operación Contar con una escalera o rampa para entrada y salida de los trabajadores	
Cimentación	DISTINTO DE	Las técnicas de construcción o tipo de cimentación difiere a la recomendada por los proyectistas.	Negligencia. Cambios de último minuto. Ignorancia.	Daños a la estructura por asentamientos diferenciales. Colapso de las estructuras.	Económico Social	Realizar supervisiones internas y/o externas periódicas para garantizar que durante la ejecución de la obra se cumpla con el proyecto. Consultar con expertos cualquier cambio en el proyecto previo a la ejecución. Dejar por escrito en bitácora los cambios realizados.	A Frecuencia
							IV Severidad
							BAJO Jerarquización
Cimentación	NO	Uso de materiales de construcción	Control de calidad deficiente o		Económico	Contar con un estricto control de	C Frecuencia

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
		de baja calidad o especificaciones menores a las requeridas por el proyecto.	inexistente.			calidad en obra.	II Severidad MÍNIMO Jerarquización
Cimentación	MENOS	Dificultades técnicas al encontrar condiciones distintas de suelo en sitio con respecto a las reportadas en el estudio de mecánica de suelos.	Condiciones de suelo heterogéneas.	No se detecta a tiempo y por lo tanto no se realizan acciones correctivas: daños a la estructura por asentamientos diferenciales, fracturas, colapso parcial o total de la estructura.	Social	Adecuada supervisión geotécnica durante la construcción. Buena comunicación entre el contratista y el geotécnico.	B Frecuencia
					IV Severidad		
			Investigación geotécnica insuficiente.	Económico	B Frecuencia		
				Se detecta a tiempo y se realizan acciones: incremento en el costo de la obra pudiendo ocasionar una pérdida para la empresa contratista.	I Severidad MÍNIMO Jerarquización		
Cimentación	SI	Accidente de trabajadores.	Falta de señalamientos e información al personal.	Daños o incapacidad temporal o total del trabajador, en el peor caso puede ocasionar su muerte.	Social	Proporcionar a los trabajadores el EPP en función del trabajo a realizar y vigilar su uso.	B Frecuencia IV Severidad

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
			No contar con EPP. Imprudencia del trabajador				MEDIO Jerarquización
Cálculo estructural	DISTINTO DE	Se construye sin respetar el cálculo estructural o tomando otro como base. Las técnicas de construcción difieren a la recomendada por los proyectistas.	Negligencia. Ignorancia. Error humano	Ruptura de la estructura o colapso total.	Económico Social	Realizar el tratamiento recomendado en la mecánica de suelos para un comportamiento adecuado del terreno. Supervisar de manera periódica que la obra se realice respetando los cálculos estructurales, y que estos sean los del proyecto.	A Frecuencia
							IV Severidad
Capacitación	NO	Personal con capacitación deficiente o carente de	Rotación de personal frecuente (superando la capacidad de la	Incremento del riesgo de accidentes laborales en obra.	Económico Social	Todo el personal de nuevo ingreso deberá iniciar su capacitación desde	BAJO Jerarquización
							E Frecuencia

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
		capacitación.	empresa contratista para capacitar adecuadamente al personal). Negligencia. Ignorancia.	Trabajo deficiente. Baja capacidad de respuesta ante una emergencia.		la primera semana. La capacitación deberá incluir las actividades que desarrollará en función de su puesto, así como capacitación en materia de seguridad y protección civil.	II Severidad ELEVADO Jerarquización
Seguridad	NO	En la obra se carece de seguridad.	Negligencia. Fuera de presupuesto.	Baja capacidad de respuesta ante una emergencia.	Económico Social	Contratar una empresa responsable del área de seguridad del bien inmueble que cuente con personal capacitado.	C Frecuencia III Severidad MEDIO Jerarquización
Almacenamiento de sustancias químicas	NO	No se cuenta con las medidas de seguridad en el almacenamiento de sustancias químicas	Falta de capacitación del personal Desconocimiento Negligencia	Accidente laboral Contaminación ambiental	Económico Social Ambiental	Almacenes con medidas de seguridad y de acuerdo a las normas de la STPS y/o SEMARNAT (en caso de residuos peligrosos) Procedimientos de seguridad	B Frecuencia III Severidad BAJO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
						<p>Hojas de datos de seguridad de las sustancias almacenadas</p> <p>Capacitación del personal en su manejo adecuado</p>	
Estructuras	SI	Se presentan daños estructurales en el desarrollo.	<p>Sismo de una magnitud considerable.</p> <p>Fallas en el subsuelo (compresibilidad del suelo, hundimientos, entre otros).</p> <p>Fallas en la cimentación.</p>	<p>Daños a la línea eléctrica o de gas.</p> <p>Probabilidad de incendio.</p> <p>Grietas o fracturas en muros y/o losas, en puede ocasionar daños severos a la propiedad.</p>	<p>Económico</p> <p>Social</p>	<p>Aplicar criterios, recomendaciones y lineamientos sugeridos en los trámites realizados ante autoridades competentes.</p> <p>Seguimiento a las recomendaciones de la mecánica de suelos.</p> <p>Construcción contemplando los parámetros sísmicos de la zona.</p> <p>Realizar un riguroso control de</p>	<p>B Frecuencia</p> <hr/> <p>III Severidad</p> <hr/> <p>BAJO Jerarquización</p>

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

PROCESO	PALABRA GUÍA	DESVIACIÓN	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	CATEGORÍA DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS A TOMAR	JERARQUIZACIÓN
						calidad en todos los materiales utilizados en la obra.	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-15.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 1

NODO 1							
Operación	Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización	
Sedimentación primaria	Clarificación	Más	Se supera el flujo promedio del caudal 1000 l/s	<p>Sobre llenado de tuberías.</p> <p>Aumento en las descargas de aguas residuales provenientes de la población.</p> <p>Falla en sistema de monitoreo de caudal.</p> <p>Falla en sistemas de seguridad.</p>	Derrame de aguas residuales con sólidos.	<p>Revisar la correcta instalación de tuberías.</p> <p>Evitar fugas de agua en zonas de conexión de tuberías.</p> <p>Monitoreo constante de manómetros y sistemas que indiquen la presión y caudal del agua.</p> <p>Monitorear el sistema de seguridad.</p>	<p>B Frecuencia</p> <p>II Severidad</p> <p>MÍNIMO Jerarquización</p>
	Clarificación	No	Falla en la línea de desfogue en el clarificador primario.	<p>Falla en el sistema de detección.</p> <p>Falta de mantenimiento.</p> <p>Falta de comunicación entre el personal de mantenimiento y encargados de seguridad</p>	<p>Sobre llenado de equipos y tuberías.</p> <p>Daños en sistemas y maquinaria.</p>	<p>Contar con bitácoras de mantenimientos previos, incluyendo información mínima como:</p> <p>Fecha de mantenimiento, equipo, que se realizó y el nombre por quien fue realizado el mantenimiento.</p> <p>Contar con fechas programadas para mantenimiento de equipo.</p>	<p>A Frecuencia</p> <p>I Severidad</p> <p>MÍNIMO Jerarquización</p>

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

NODO 1							
	Clarificación	Además de	Falla y/o agrietamiento de cubierta de contención de las emisiones de Ácido sulfhídrico.	Desgaste de material por parte de la corrosión. Desgaste de material por falta de mantenimiento. Mal cerrado de sistema de contención. Abrir cubierta por error humano.	Fuga de emisiones de Ácido sulfhídrico.	Revisar constantemente el correcto aislamiento de la contención del Ácido sulfhídrico. Contar con sistema de detección de gases y/o sistema de emergencias. Personal capacitado en caso de incidentes de fugas de Ácido sulfhídrico. Contar con equipo de protección personal, en especial mascarillas filtradora para gases de Ácido sulfhídrico.	<p style="text-align: center;">C Frecuencia</p> <p style="text-align: center;">III Severidad</p> <p style="text-align: center;">MEDIO Jerarquización</p>
	Clarificación	Distinto de	Desviación distinta en los tipos de lodos.	Falla en el sistema de envió de lodos a mecanismo de rastras. Fallo en el sistema de bombas primarias. Error de clasificación de lodos.	Sobrellenado de sistema con lodos.	Correcto ensamblaje de sistema de distribución de lodos. Realizar pruebas de verificación previo al ensamblaje de componentes.	<p style="text-align: center;">B Frecuencia</p> <p style="text-align: center;">II Severidad</p> <p style="text-align: center;">MÍNIMO Jerarquización</p>

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-16.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 2

NODO 2							
Operación	Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización	
Sistema de remoción biológica de nutrientes de tres etapas	Remoción biológica.	Distinto de	Falla en el reactor anaerobio	Sobre llenado de reactor. Fugas de gases y/o material debido al mal cerrado del reactor. Falta de mantenimiento. Corrosión del reactor y perdida de revestimiento de protección.	Derrame y/o fugas de sustancias.	Revisar la correcta instalación de tuberías. Evitar fugas de agua en zonas de conexión de tuberías. Evitar el sobre llenado del reactor. Monitoreo constante de manómetros y sistemas que indiquen la presión y caudal del agua. Monitorear el sistema de seguridad.	<p>B Frecuencia</p> <p>II Severidad</p> <p>MÍNIMO Jerarquización</p>
	Remoción biológica.	Más	Sobrellenado de la caja de recolección.	Negligencia de llenado. Mal cálculo de caudal y de capacidad de llenado de la caja de recolección. Mala instalación y falta de verificación de sistema.	Desbordamiento de material por tubería y maquinaria, provocando fallas y cortos circuitos.	Realizar pruebas de hermeticidad y de correcto ensamblaje de dispositivos. Contar con bitácoras de mantenimiento de maquinaria y tuberías, con el fin de evitar desgaste y corrosión.	<p>A Frecuencia</p> <p>I Severidad</p> <p>MÍNIMO Jerarquización</p>

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-17.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 3

NODO 3							
Operación	Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización	
Clarificación secundaria	Clarificación	Más	Se supera la capacidad de manejo de 500 lps	Sobre llenado de tuberías. Aumento en las descargas de aguas residuales provenientes de la población. Falla en sistema de monitoreo de caudal. Falla en sistemas de seguridad.	Derrame de aguas residuales con sólidos.	Revisar la correcta instalación de tuberías. Evitar fugas de agua en zonas de conexión de tuberías. Monitoreo constante de manómetros y sistemas que indiquen la presión y caudal del agua. Monitorear el sistema de seguridad.	B Frecuencia
							II Severidad
	Área de cabezal de descarga.	Distinto de	Falla de válvula de control para medición de caudal.	Falta de mantenimiento a válvula. Falla repentina de válvula. Error de monitoreo, omisión y/o descuido de personal.	Válvula que funciona para evitar el excedente de lodos secundarios, por tanto, se pudiera suscitar un excedente de materia.	Monitoreo constante del buen funcionamiento de válvulas y manómetros. Sistema de seguridad para corte de emergencia por excedente de materia. Contar con mantenimiento periódico de equipos de seguridad y monitoreo.	B Frecuencia
							II Severidad
						MÍNIMO Jerarquización	
						MÍNIMO Jerarquización	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

NODO 3							
			Falla sistema de purgado de excedente.	Error de sistema. Distracción de personal de seguridad.	Agua residual sin tratamiento adecuado.	Monitoreo en todo tiempo el sistema de purgado.	B Frecuencia
				Falta de mantenimiento.	Retrasos en las demás etapas del tratamiento	Capacitación de personal para en caso de un incidente.	II Severidad
					Falla de maquinaria y equipo.	Monitoreo periódico de sistemas de purgado.	MÍNIMO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-18.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 4

NODO 4							
Operación		Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización
Desinfección con Ozono	Inyección de Ozono Gas.	Distinto	Error en el sistema de inyección	Falla en el sistema de suministro de ozono gas por falta de mantenimiento.	Aumento en la concentración de ozono gas en agua.	Realizar pruebas de verificación una vez instalado el equipo. Realizar mantenimiento periódico de equipo de inyección de gas ozono.	B Frecuencia
							III Severidad
							BAJO Jerarquización
	Inyección de Ozono Gas.	Alto	Aumento en la cantidad de inyección de gas.	Válvula controladora de emisión falla. Error de cálculo de automatización. Diferencia en la concentración de gas.	Perdida de insumos. Atrasos en los demás sistemas operativos.	Tener a la mano bitácoras de mantenimiento de válvulas. Contar con sistema de alarma activo y en buen funcionamiento, en caso de una variación en el proceso de desinfección, esta de aviso. Personal capacitado y atento en todo momento.	B Frecuencia
							III Severidad
							BAJO Jerarquización
	Inyección de Ozono Gas.	Distinto	Falla reactor de destructor	Mayores emisiones de gas ozono.	Descontrol en las demás etapas de	Contar con sistema de conducción de gas cloro.	B Frecuencia

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

NODO 4							
			ozono.	Agua residual tratada con grandes cantidades de ozono Fuga a la atmosfera de gas ozono.	tratamiento de aguas tratadas. Posibles contaminaciones de agua tratada.	Contar con sistema de recirculación de gas cloro.	III Severidad BAJO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-19.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 5

NODO 5							
Operación		Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización
Filtración terciaria.	Descarga de agua a la presa del Ahogado	Distinto de	Caudal de tratamiento y diferenciado.	Error en algún punto del proceso.	Falta de tratamiento en agua residual.	Notificar en caso de error o falla en sistema de tratamiento de agua residual. Tener personal capacitado ante incidentes.	B Frecuencia
				Falla en el sistema de monitoreo.	Falla en maquinaria y /o equipo.		II Severidad
				Error en los análisis realizados al agua residual tratada.	Falta de capacitación en muestras de agua residual tratada.		MÍNIMO Jerarquización
	Sistema de filtración	Distinto de	Filtro de disco se taponea.	Falta de mantenimiento. Deficiencia de filtrado en pretratamiento.	Taponeo en tuberías de conexión. Aumento de capacidad de agua tratada en tanque de filtración. Falta de tratamiento de agua residual a la presa del Ahogado.	Mantenimiento periódico del sistema de filtrado. Sistema de detección de filtro tapado. Contar con bitácoras de mantenimiento de equipo.	A Frecuencia II Severidad MÍNIMO Jerarquización

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-20.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 6

NODO 6							
Operación		Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización
Servicios auxiliares: Biofiltro para control de olores.	Sistema de control de olores.	Distinto de	Falta de tratamiento del sistema de control de olores.	Falla en sistema operacional.	Aumento de olores y partículas en los alrededores de la ampliación de la PTAR.	Contar con bitácoras y calendario de mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de control de olores.	C Frecuencia
				Falta de control y mantenimiento de equipo.			II Severidad
				BAJO Jerarquización			
	Sistema de control de olores.	Más	Fuga de aire contaminado con H2S	Falla de hermeticidad en tubería y biofiltro de tratamiento de olores.	Fuga de gases como el H2S a la atmosfera del área.	Contar con programa de verificación de instalaciones, previo a inicio de operaciones, con el fin de evitar fugas. Contar con sistema de alarma para fallas de equipos.	B Frecuencia
				Falta de control y mantenimiento de equipo.	Aumento de concentraciones de gases y olores en agua residual tratada.		II Severidad
				MÍNIMO Jerarquización			
Liberación de aire limpio a la atmosfera.	Menos	Tratamiento ineficiente. Cálculos de oxidación de	Error de conexión, fugas de gases, mal cálculo de eficiencia.	Fugas de gases contaminantes a la atmosfera.	Contar con programa de verificación de instalaciones, previo a inicio de operaciones, con el fin de evitar fugas.	A Frecuencia	
			Error de análisis de	Aumentos o		III Severidad	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

			compuestos erróneos.	oxidación de compuestos.	de disminución de compuestos.	Colaborar cálculos para proceso de oxidación de compuestos.	MÍNIMO Jerarquización
--	--	--	----------------------	--------------------------	-------------------------------	---	---------------------------------

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tabla 1-21.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 7

NODO 7							
Operación		Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización
Tren de lodos	Espesamiento de lodos	Nulo	Falla en el espesador tipo banda.	Falta de mantenimiento.	Falla separación de agua y sólidos contenidos en los lodos.	Contar con sistema de seguridad especializado en obstrucción de banda con objetos.	A Frecuencia
				Obstrucción de banda por objeto.	Retraso en las demás operaciones de tratamiento de lodos.		II Severidad
							MÍNIMO Jerarquización
	Espesamiento de lodos	Distinto de	Falla en el agitador sumergible para mezclar y homogenizar los lodos.	Sobre carga de energía eléctrica.	Pérdidas económicas.	Mantener monitorea el voltaje de corriente eléctrica en todo momento para evitar una sobre carga en equipos. Realizar mantenimientos preventivos periódicos en equipos agitadores.	B Frecuencia
				Alta Densidad de lodos, provocando disminución en la velocidad de mezcla por el agitador.	Retrasos en el sistema de tratamiento de lodos.		II Severidad
				Falta de limpieza del agitador.	Ineficiencia en el tratamiento de lodos.		MÍNIMO Jerarquización
Envió a gaxometro	Alto	Fuga de biogás del tren de lodos al tanque de almacenamiento.	Fuga por tubería de conexión entre tren de lodos y tanque de almacenamiento.	Fuga de biogás.	Realizar mantenimiento periódico a ductos, tuberías y conexiones con el fin de detectar fallas o proceso de corrosión. Realizar pruebas de hermeticidad	C Frecuencia	
			Falta de hermeticidad en tanque de almacenamiento.	Generación de nube toxica en un radio de 11 m a la redonda del tanque de almacenamiento.		III Severidad	
						MEDIO	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

						periódicamente	Jerarquización
--	--	--	--	--	--	----------------	----------------

Tabla 1-22.- Identificación y jerarquización de riesgos relacionados a las actividades en nodo 8

NODO 8							
Operación		Palabra Guía	Desviación de la variable	Posible causa	Posible consecuencia	Comentarios y medidas correctoras	Jerarquización
Cogeneración	Utilización de motores a combustión interna.	Distinto de	Falla en la instalación de la ampliación del tanque de almacenamiento.	Errores de calculo de diseño.	Tanque de almacenamiento de biogás no resistente a presiones del gas.	Revisar cálculos estructurales para la ampliación del tanque de almacenamiento del biogás. Realizar la ampliación con materiales certificados y de buena calidad.	C Frecuencia
				Material de mala calidad.	Fugas de biogás.		III Severidad
	Almacenamiento de biogás.	Nulo	Error de hermeticidad y/o fractura del tanque de almacenamiento del biogás.	Falta de mantenimiento periódico.	Fuga de biogás, provocando una nube toxica, probabilidad de incendio y/o sobrepresión.	Realizar mantenimiento periódico con el fin de identificar fracturas y/o fugas de gas. Realizar pruebas de hermeticidad periódicamente por parte de una empresa autorizada.	C Frecuencia
				Falta de identificación de grietas y fracturas en tanque de almacenamiento.	Daños materiales y daños al personal que labora en la PTAR.		III Severidad
			Falta de pruebas de hermeticidad y/o pruebas mal realizadas.			MEDIO Jerarquización	

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS) , QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

2.1 Radios potenciales de afectación

Utilizando el programa de simulación ALOHA, se analizaron las posibles consecuencias del accidente de máximo riesgo originado por la liberación de biogás (metano) y diesel.

Para el escenario de máximo riesgo se tomó como base el tanque de almacenamiento de biogás, con una capacidad de 2,430 m³, así como, el tanque para el almacenamiento de diesel con una capacidad de 24,000 litros.

1. Biogás (metano).

El Biogás es un gas que se genera, por las reacciones de biodegradación de materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, etc.), y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). El producto resultante es una mezcla constituida por Metano (CH₄), que va de un 60 - 70%, Dióxido de carbono (CO₂) y contenido pequeñas proporciones de hidrógeno (H₂), Nitrógeno (N₂), Oxígeno (O₂) y Sulfuro de Hidrógeno (H₂S).

Para la simulación en el software ALOHA, se toma el metano, como agente modelado, debido a que en la mezcla es el compuesto más representativo, constante y de más alto riesgo. El contenido de otros elementos en la mezcla del biogás varía dependiendo a las características específicas del lodo.

A continuación, se presentan los criterios utilizados.

1. Fuga mayor de un tanque de almacenamiento de Gas metano de 2,430 m³
2. Diámetro del orificio de fuga: 20 centímetros
3. Cantidad liberada: 891 kg.
4. Duración de la liberación: 9.16 minutos (265Kg/min)
5. Utilización de modelo de dispersión para gases pesados
6. Características de Tanque:
 - a. Tanque semiesférico de membrana
 - b. Diámetro de 16.9 m
 - c. Altura de 12.7 m
 - d. Temperatura del líquido de 21 °C
7. Características Físicoquímicas utilizadas:
 - a. Punto de ebullición. -163.8 °C
 - b. Peso molecular: 16.04 g/mol
8. Características del entorno:

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- a. Temperatura ambiente: 21 °C
- b. Velocidad del viento (2.21 m/s)
- c. Estabilidad atmosférica: B

Para la determinación de las áreas de riesgo y amortiguamiento se tomaron los siguientes criterios:

INCENDIO: Para el área de riesgo se considera el radio donde la exposición es fatal.

EXPLOSIÓN: Para el área de riesgo se considera el radio donde la simulación indica destrucción casi completa de las estructuras existentes en la explosión de la nube de vapor. Mientras que para amortiguamiento se consideran las áreas donde pudiera haber ruptura de algunos vidrios.

TOXICIDAD: Para área de riesgo el PAC-3 (400,000 ppm). Para área intermedia el PAC-2 (230,000 ppm) y para el área de amortiguamiento se considera el PAC-1 (65,000 ppm).

a) Asumiendo fuga sin presencia de flama

Riesgo por toxicidad

Evento	Toxicidad		
	Riesgo	Intermedia	Amortiguamiento
Fuga de Biogás	11 m	15 m	28 m

Parámetros:

Área de Riesgo: 400,000 ppm (LEL)

Área Intermedia: 230,000 ppm (60% LEL)

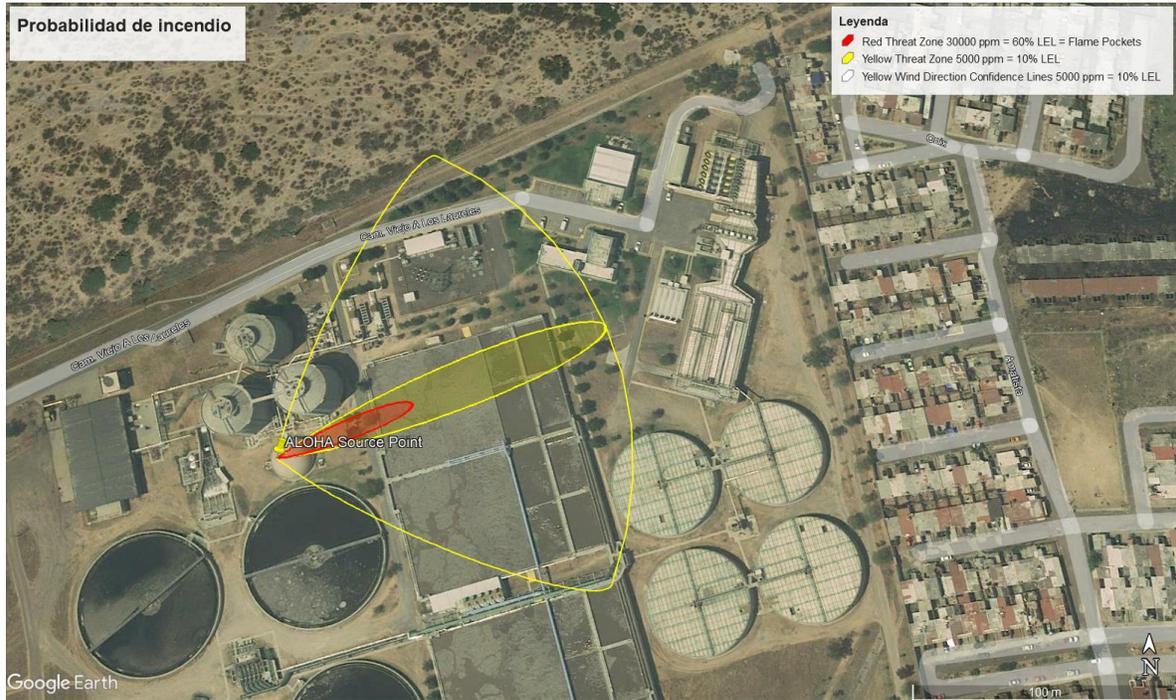
Área de Amortiguamiento: 65,000 ppm (10% LEL)

No se dibujó la zona de amenaza porque los efectos de la fragmentación del campo cercano hacen que las predicciones de dispersión sean menos confiables para distancias cortas.

Área flameable o nube de vapor

Evento	Probabilidad de incendio	
	Riesgo	Amortiguamiento
Fuga de biogás	57 m	141 m

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO



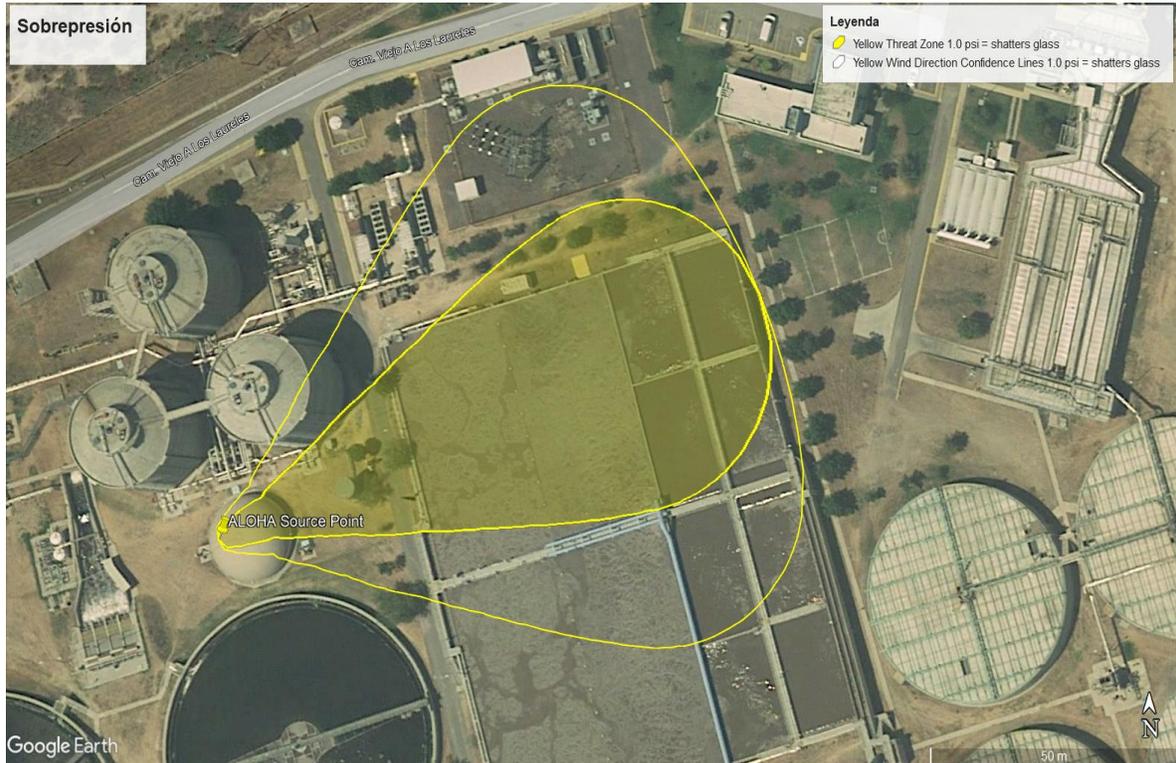
Parámetros:

Área de Riesgo: 30,000 ppm (60% LEL)
 Área de Amortiguamiento: 5,000 ppm (10% LEL)

Riesgo de sobrepresión

Evento	Explosión		
	Riesgo	Intermedia	Amortiguamiento
Fuga de Biogás	No se alcanzan presiones mayores a 8 PSI	No se alcanzan presiones mayores a 3.5 PSI	120 m

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO



Parámetros:

Área de Riesgo: 8 PSI (destrucción de edificaciones)

Área Intermedia: 3.5 PSI (lesiones graves)

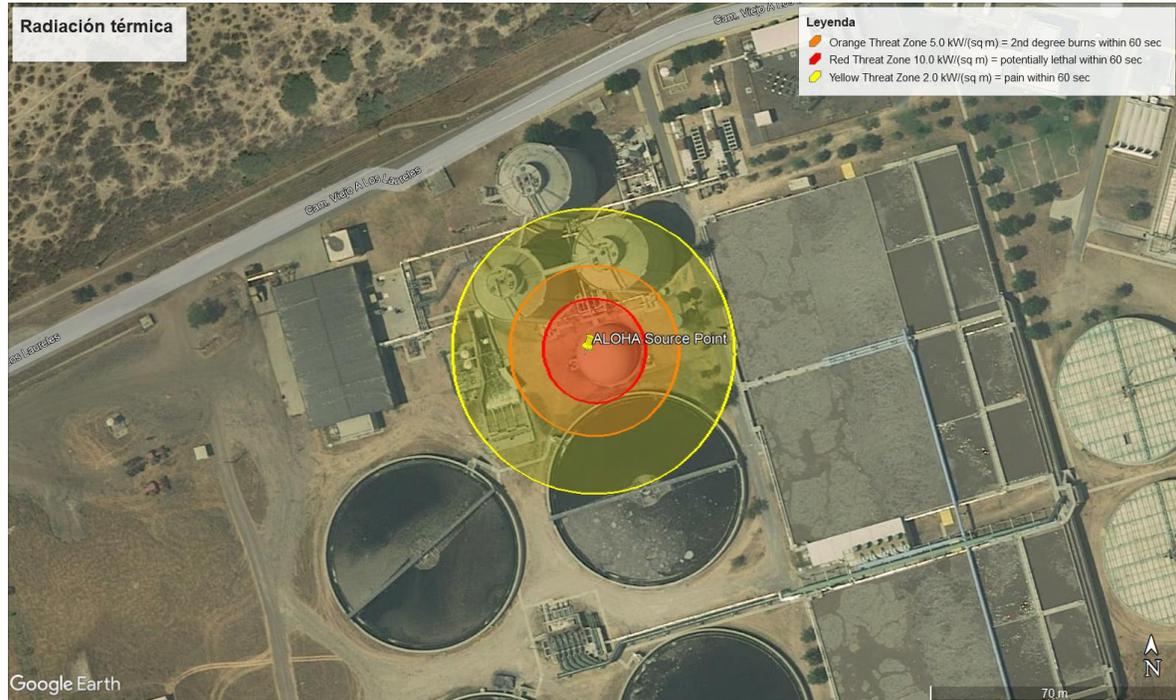
Área de Amortiguamiento: 1 PSI (ruptura de vidrios)

b) Asumiendo fuga con presencia de flama formándose una lengua de fuego.

Riesgo por Radiación térmica

Evento	Radiación térmica		
	Riesgo	Intermedia	Amortiguamiento
Fuga de Biogás con incendio	17 m	27 m	42 m

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO



Parámetros:

Área de Riesgo: 10 kW/m² (letal en menos de un minuto)

Área Intermedia: 3.5 PSI (lesiones graves)

Área de Amortiguamiento: 1 PSI (ruptura de vidrios)

2. Diesel

Para el **escenario de máximo riesgo** se tomó como base el tanque para el almacenamiento de 24,000 litros de diesel.

A continuación, se presentan los criterios utilizados.

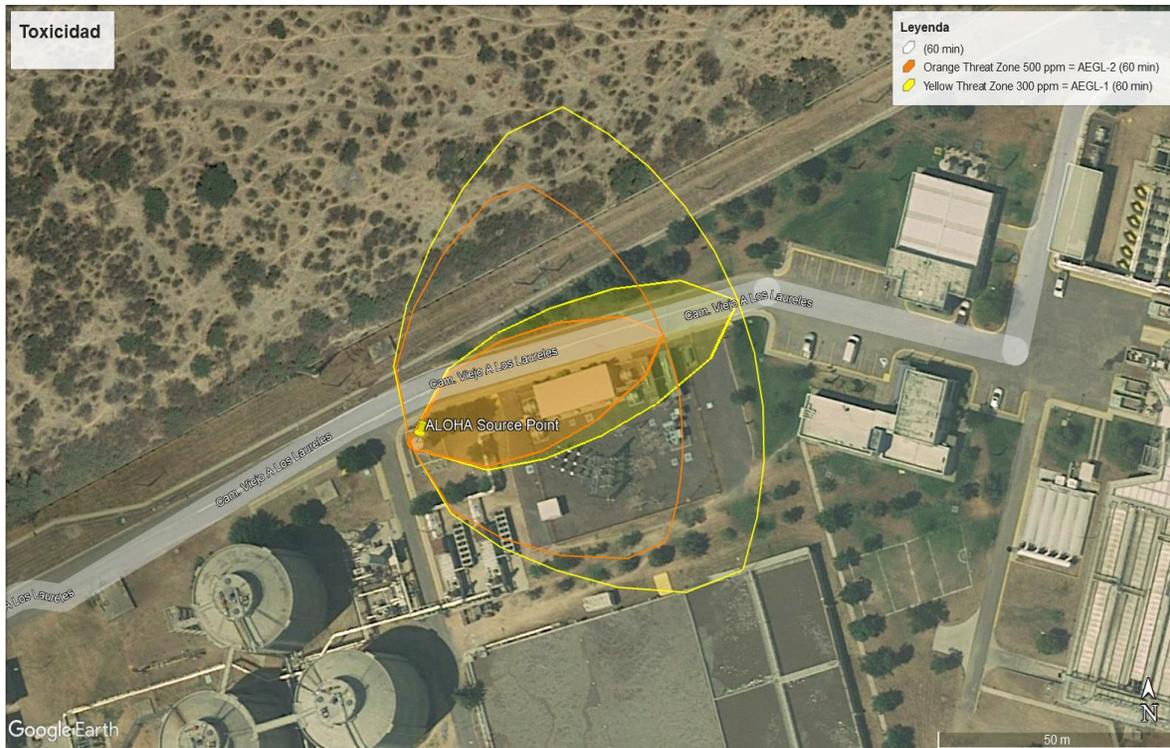
1. Fuga mayor de un cilindro de almacenamiento de diesel de 24,429 lts
2. Diámetro del orificio de fuga: 10 cm
3. Cantidad liberada: 603 kg.
4. Duración de la liberación: 48.24 minutos (12.5 Kg/min)
5. Diámetro del encharcamiento (*Puddle*): 4.3 m.
6. Características de Tanque:
 - a) Tanque cilíndrico vertical
 - b) Diámetro de 2.4 m
 - c) Tanque al 90%
 - d) Temperatura del líquido de 21°C
7. Características Físicoquímicas utilizadas:
 - a) Peso molecular: 101.20 g/mol
8. Características del entorno:

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- a) Temperatura ambiente: 21 °C
- b) Temperatura del suelo: 23 °C
- c) Velocidad del viento (2.21 m/s)
- d) Estabilidad atmosférica: C

a) Asumiendo el derrame sin presencia de flama

Evento	Toxicidad		
	Riesgo	Intermedia	Amortiguamiento
Derrame de diesel	36 m	56 m	73 m



Parámetros

- Área de Riesgo: 1,000 ppm (AEGL-3)
- Área Intermedia: 500 ppm (AEGL-2)
- Área de Amortiguamiento: 300 ppm (AEGL-1)

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Área flameable o nube de vapor

Evento	Probabilidad de incendio	
	Riesgo	Amortiguamiento
Derrame de diesel	15 m	42 m

Área de Riesgo: 4,860 ppm (60% Límite inferior de explosividad)

Área de Amortiguamiento: 810 ppm (10% Límite inferior de explosividad)

No se dibujó la zona de amenaza porque los efectos de la fragmentación del campo cercano hacen que las predicciones de dispersión sean menos confiables para distancias cortas.

Riesgo de sobrepresión

Evento	Explosión		
	Riesgo	Intermedia	Amortiguamiento
Fuga de Biogás	No se alcanzan presiones mayores a 8 PSI	No se alcanzan presiones mayores a 3.5 PSI	No se alcanzan presiones mayores a 1.0 PSI

Parámetros

Área de Riesgo: 8 PSI (destrucción de edificaciones)

Área Intermedia: 3.5 PSI (lesiones graves)

Área de Amortiguamiento: 1 PSI (ruptura de vidrios)

b) Asumiendo fuga con presencia de flama formándose una lengua de fuego.

Riesgo por Radiación térmica

Evento	Radiación Térmica	
	Riesgo	Amortiguamiento
Derrame de Diesel	<10 m	<10 m

Parámetros

Área de Riesgo: 5 kW/m² (quemaduras de segundo grado)

Área de Amortiguamiento: 2 kW/m² (dolor)

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

c) Formándose un Bleve

Evento	Radiación Térmica	
	Riesgo	Amortiguamiento
Derrame de diesel	Los niveles de concentración no se exceden.	Los niveles de concentración no se exceden.

Parámetros

Área de Riesgo: 5 kW/m² (quemaduras de segundo grado)

Área de Amortiguamiento: 2 kW/m² (dolor)

3. 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 organismos patógenos 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 (considerando el flujo a futuro).

El efluente de los clarificadores secundarios de la ampliación y el de la planta existente, fluye por gravedad a la caja de distribución, la cual tiene las conexiones bridadas de las ampliaciones a futuro (2000 l/s). De ahí para verter hacia los Tanques de Contacto de Ozono.

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 respectivamente.

Se tiene tres sistemas de generación de ozono para la desinfección de 3250 l/s. Cada uno con una capacidad de producción de ozono por unidad: 40 kg O₃/h con una concentración de ozono: 10.2%

El agua requerida para el circuito de enfriamiento externo de los generadores de ozono será suministrada mediante las bombas de agua de enfriamiento hacia los cambiadores de calor, 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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

ventilación de cada cámara de contacto reactor de destrucción de ozono. Se han diseñado estos tanques para un tiempo de contacto de 15 minutos a flujo promedio de 3250 l/s (1000 l/s de la ampliación y 2250 l/s de la planta existente) para lograr la efectividad de remoción de organismos patógenos.

Como se ha mencionado con anterioridad, el ozono que no reaccione en el proceso de desinfección de organismos patógenos, se enviará a un reactor de destrucción con el fin de reducir al mínimo la peligrosidad por ozono. Por tanto, no se tiene almacenamiento de ozono dentro de las instalaciones de la ampliación de la PTAR "El Ahogado".

2.2 Interacciones de riesgo

De acuerdo con los modelados del análisis de radio de afectación, se obtuvo que la dirección de estos radios, así como las ubicaciones de los 2 puntos de interés de mayor riesgo (los tanques de almacén de biogás y diesel) tomando como el peor escenario posible de riesgos, obteniendo como resultado que no existe interacción entre ambos puntos, por lo cual se descarta la posibilidad de un incidente sinérgico por parte de ambos factores de mayor riesgo.

Con base en el peor escenario relacionado al biogás, se obtuvo el de probabilidad de incendio con una zona de amortiguamiento de 141 m y un 10% de probabilidad de incendio al encontrarse una chispa, sin embargo, la dirección del posible riesgo no tiene dirección hacia el tanque de diesel descartando la posibilidad de una interacción entre ambos, es decir, un incidente de mayor escala. A su vez, la dirección de esta (probabilidad de incendio) no se dirige a un centro de concentración masiva o lugares donde se ubique la mayor cantidad de personal, como lo son oficinas, laboratorios, etc.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

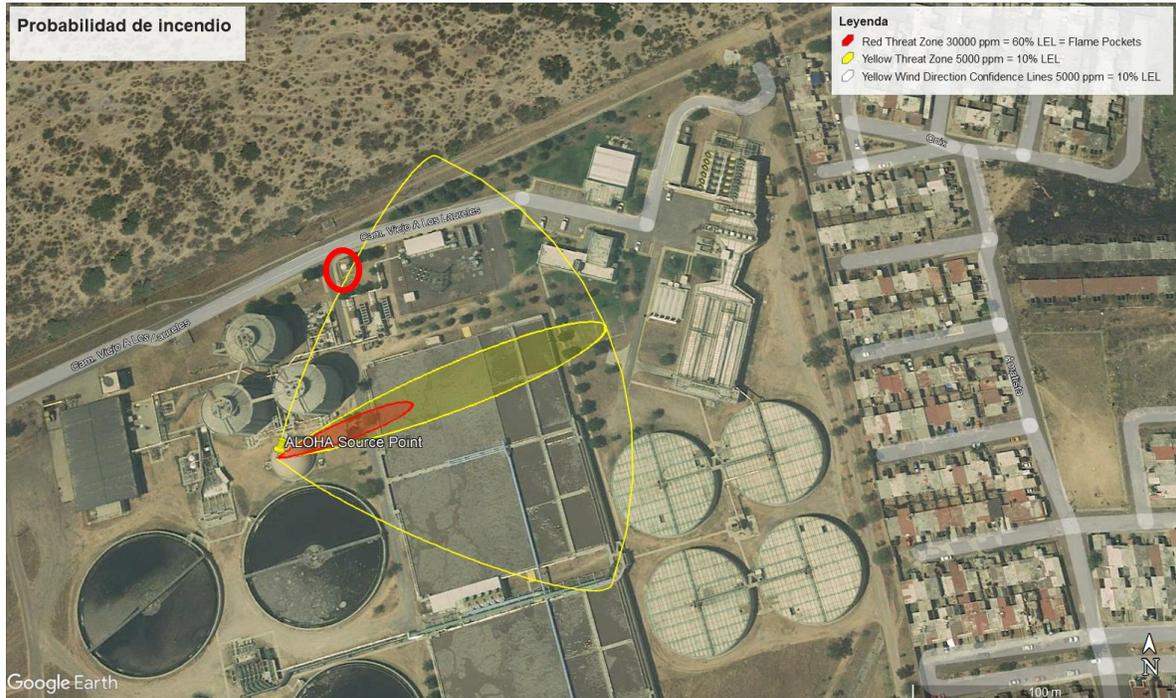


Ilustración 2-1.- Probabilidad de incendio por gas metano. Ubicación del tanque de diesel en círculo rojo.

En cuanto al diesel se obtuvo el mayor radio de afectación por amortiguamiento de toxicidad de 73 m, esto en el peor escenario posible. En dicho radio de afectación, no se tiene interacción con áreas de riesgo que pudiera desencadenar a un incidente de mayor escala, a su vez, la toxicidad no llega a zonas de concentración masiva de personas o a áreas donde se encuentre mayor personal laborando como lo son laboratorios, oficinas, cuarto de control, comedores, etc.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

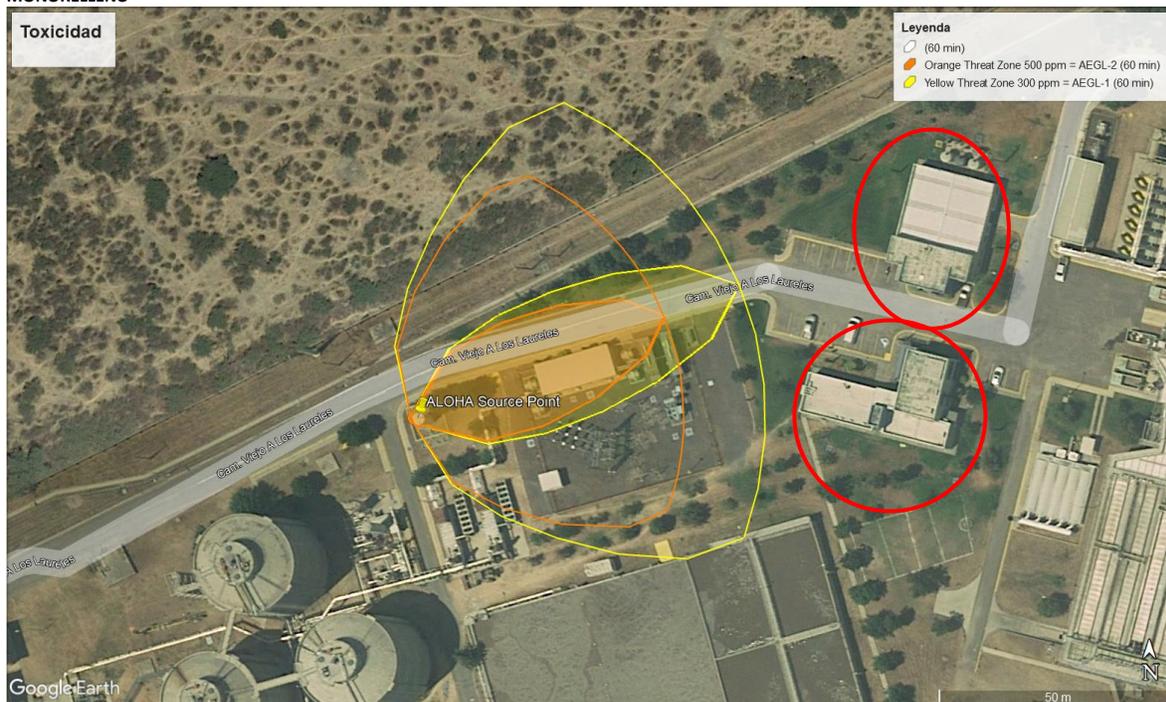


Ilustración 2-2.- Radio de afectación por toxicidad de tanque de diesel. Área de concentración de personal en polígonos rojos.

Por tanto, no se detectaron instalaciones próximas al proyecto que representen un riesgo y que pudieran presentar algún tipo de interacción o afectación en caso de un accidente mayor.

En materia de salud de la población, son pocas las instalaciones que se verían afectadas en caso de un accidente mayor en el proceso; esto debido a la dirección y radios de afectación, siendo el personal que se encuentre dentro de la zona de riesgo siendo los principales afectados.

2.3 Efectos sobre el sistema ambiental.

La vegetación es un componente fundamental del ecosistema, ya que produce biomasa, captura dióxido de carbono de la atmósfera, participa en procesos geo-bioquímicos de la formación de suelos, es fundamental en la recarga de los mantos acuíferos y puede alterar a otros parámetros del ambiente físico natural, así también, la vegetación es un importante indicador de las condiciones ambientales del ecosistema y el ambiente. Podemos entender que las variables en las condiciones climáticas, edafológicas, orográficas e hidrológicas en las diferentes zonas del territorio, se deben en parte a los diversos tipos de vegetación presentes en el mismo.

Las mayores fuentes de alteración de los ecosistemas de la región en que se encuentra inscrita el área de estudio son los disturbios antropogénicos que han sucedido a corto y largo plazo, como las actividades agropecuarias que es la actividad que provee los mayores ingresos a la zona y en menor medida la urbanización, así como los disturbios naturales que en este caso serían deslaves, inundaciones, incendios forestales, etc. Aunque estos disturbios ya forman parte de la dinámica

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

natural del ecosistema de la región, esto trae consigo pérdidas en las masas de bosques y/o eliminación completa de la vegetación natural de ciertas zonas.

De acuerdo con la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI (USV serie VI, INEGI), el sistema ambiental presenta trece tipos (**Ilustración 2-3**). El tipo de uso de suelo predominante es el de **ZONA URBANA (ZU)**, seguido de **AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL (TA)**, **AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL (RA)**, **ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH)** y **CUERPO DE AGUA (H2O)**. Presenta ocho tipos de vegetación: **BOSQUE DE ENCINO (BQ)**, **BOSQUE DE ENCINO PINO (BQP)**, **BOSQUE DE PINO ENCINO (BPQ)**, **PASTIZAL CULTIVADO (PC)**, **PASTIZAL INDUCIDO (PI)**, **VEGETACIÓN HALOFILA HIDROFILA (VHH)**, **VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VSa/BQ)** y **VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA (VSa/SBC)**.

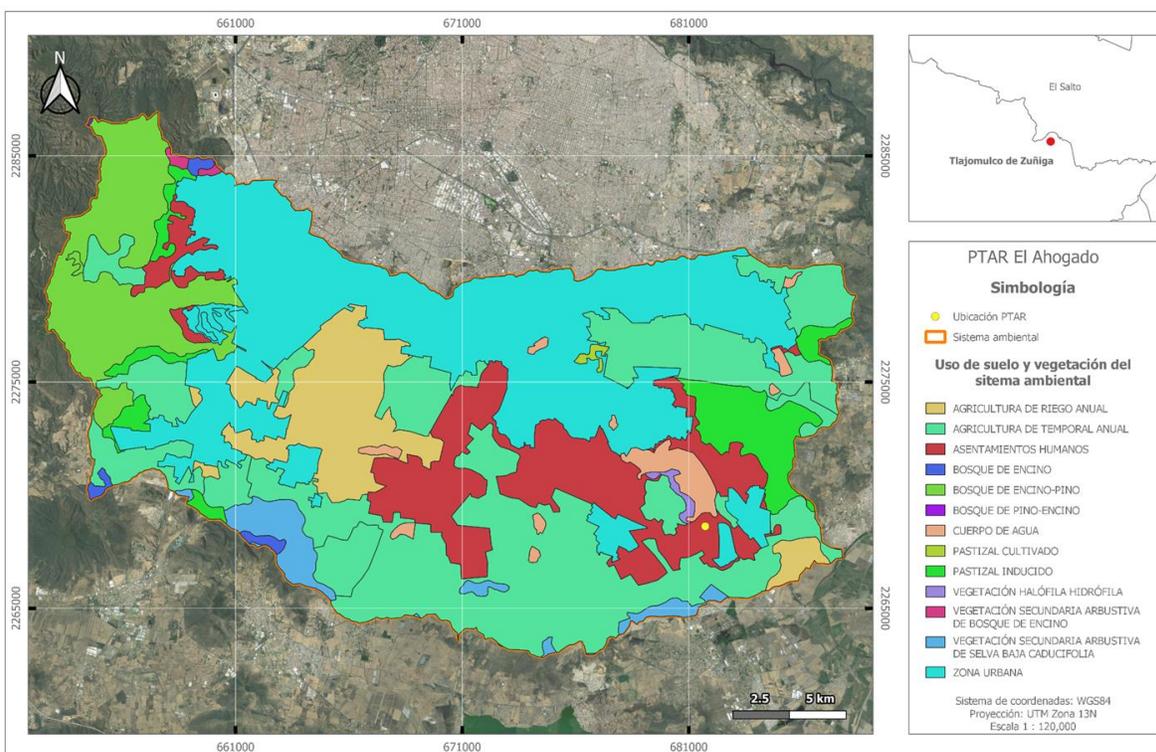


Ilustración 2-3.- Tipo de uso de suelo y vegetación en el sistema ambiental.

Como se puede apreciar en la **Ilustración 2-3** el proyecto de ampliación de la PTAR “EL AHOGADO”, se encuentra ubicado en un uso de suelo predominantemente de tipo asentamiento humano, es decir, debido a las actividades antropogénicas como lo son la construcción de zonas habitacionales, instalaciones de infraestructura básica e instalaciones de comercios y servicios, el sistema ambiental original de la zona se ha visto modificado en gran manera.

Es importante mencionar que el predio del proyecto se encuentra dentro del polígono correspondiente a la planta de tratamiento “El Ahogado”, por lo que, el predio se encuentra altamente modificado en su vegetación original, debido al desmonte que sufrió en su momento.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

En consecuencia, el predio del proyecto, no cuenta con ningún elemento arbóreo. Únicamente en su interior, se observa cubierta vegetal, la cual está compuesta casi en su totalidad, por especies sucesiones características de perturbación.

De acuerdo con los modelados obtenidos en el apartado **2.1 Radios de afectación**, los principales radios se encontrarán en todo momento dentro de las instalaciones de la PTAR existente siendo las áreas ya construidas las que se verán mayormente afectadas, lo que no se tendrá afectaciones al sistema ambiental como lo son flora y fauna. En cuanto a emisión de partículas a la atmosfera, debido a la cantidad de concentración baja liberada y el radio de afectación pequeño de toxicidad (biogás de 28 m y 6500 ppm y el diesel de 73 m y 300 ppm) por tanto las afectaciones a la atmosfera son insignificantes a su vez, el gas metano al ser más ligero que el aire, este tiende a ascender y se ve diluido disminuyendo riesgos y probabilidades de contaminación atmosférica.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

3 SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

3.1 Recomendaciones técnico – operativas

Las recomendaciones técnicas- operativas son:

- Vigilar que se cumplan los procedimientos de seguridad establecidos para la distribución y llenado del tanque de biogás.
- Entrenar periódicamente al personal sobre las medidas y acciones de respuesta a emergencias, y llevar registro de ello.
- Establecer un sistema de verificación periódica de los equipos de seguridad, auxiliándose para ello con listas de verificación.
- Llevar registros de las verificaciones realizadas, a fin de tener una bitácora que evidencie el cumplimiento con el procedimiento de verificación periódica.
- Establecer un procedimiento para corregir las fallas encontradas durante las verificaciones, y llevar registro de las acciones correctivas.
- Mantener una bitácora de las verificaciones de la condición e inspecciones de tuberías, válvulas, bridas, codos y conexiones en general.
- Establecer programa de verificación mensual de la integridad del sistema de tierras e interconexiones de equipos para evitar chispas de electricidad estática, y llevar bitácora de ello.
- Establecer un programa de verificación de corrosión de tuberías y llevar bitácora de ello. La corrosión no deberá exceder de 0.5 mm/año.

Se sugiere que los operadores de la instalación estudien el reporte del análisis de riesgo para que se familiaricen con los riesgos de la instalación y aprendan a valorar en forma sistemática el significado y consecuencia de los mismos.

3.1.1 Sistemas de seguridad

Se contará con lo siguiente:

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- Sistema de detección de gases en el área del sistema de cogeneración
- Alarmas de contra incendio.
- Se cuenta con sistema de seguridad para el caso de fuga de Biogás
- Sistema de control eléctrico-mecánico
- Extintores
- Señalamientos de seguridad en las áreas
- Línea directa con los cuerpos de respuesta, Protección Civil y Bomberos del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Cruz roja, Policía, Etc.
- Canal de comunicación con el presidente de colonos, de las áreas habitacionales circundantes a ala PTAR, con el fin de dar aviso en caso de un incidente.

3.1.2 Medidas preventivas

Se enumeran las consideraciones siguientes:

- a) El gas metano siendo más ligero que el aire (en relación de 0.60) tiende a ascender y a diluirse en la atmósfera disminuyendo riesgos.
- b) En lugares cerrados, puede formar una atmósfera explosiva dentro de los límites de inflamabilidad (3% al 14% de mezcla con el aire); por lo que es siempre recomendable que el lugar donde se use tenga ventilación en la parte superior.
- c) No es **toxico** y, por lo tanto, no produce lesión al hombre.
- d) Es recomendable realizar monitoreo de explosividad del metano.

Por lo tanto, las medidas preventivas son las siguientes:

- A. La inspección de fugas deberá llevarse a cabo en toda la instalación de distribución y almacenamiento de biogás trimestralmente utilizando los siguientes métodos:
 - Inspección con detector de fugas en áreas confinadas (explosímetro)
 - Revisión con agua jabonosa en bridas y conexiones roscadas.
- B. Cualquier fuga o ruptura y sus reparaciones, deberá ser documentada y registrada. Estos registros deberán conservarse mientras la instalación de aprovechamiento esté en operación.
- C. Verificar las válvulas de corte general, ubicada y las válvulas de cierre rápido y tren de regulación de todos los equipos de consumo.
- D. Elaborar un programa de operación y mantenimiento para la instalación de almacenamiento y distribución de biogás. Así como al sistema de bloqueo de las tuberías.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

- E. Realizar periódicamente pruebas de Hermeticidad a la tubería, inspeccionando todas las juntas mecánicas, roscadas y bridadas, uniones y soldaduras. Estas pruebas deberán ser realizadas por una empresa especializada.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

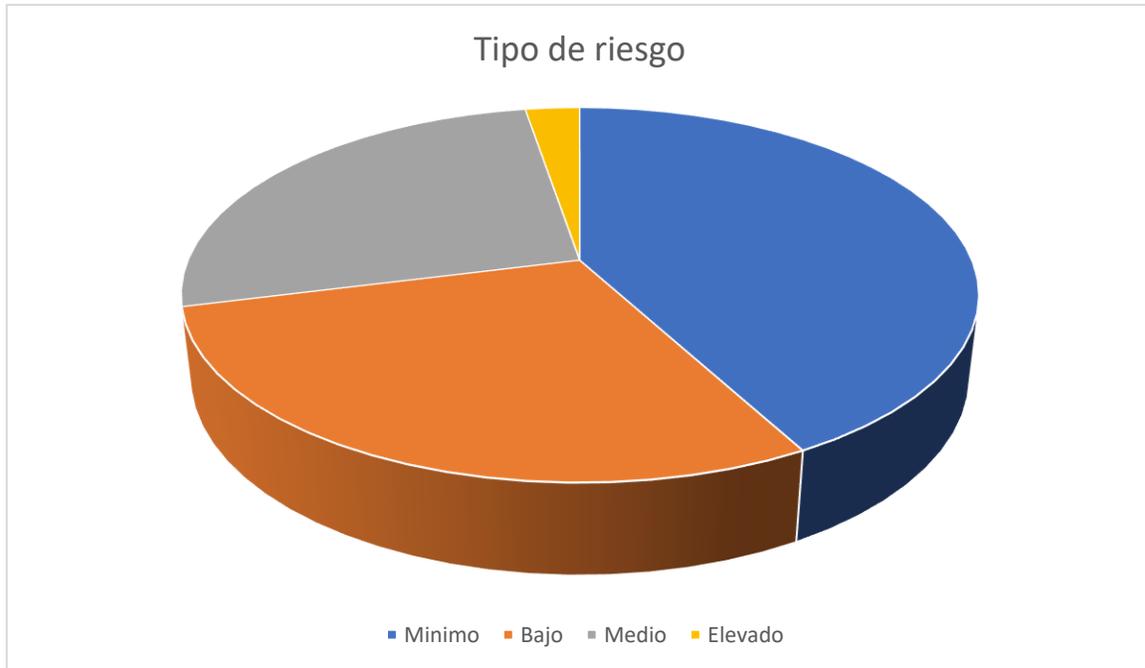
4 RESUMEN

4.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

La ampliación y posterior operación de la PTAR “El Ahogado” implica una serie de procesos que involucran tanto la excavación, la construcción de cimentaciones y la instalación de equipos, tanques, bombas, compresores y reactores; lo cual implica una serie de posibles riesgos que van desde elementos externos como lo son sismos, fenómenos geológicos, fenómenos hidrometeorológicos hasta errores de cálculo de estructura, errores de caudales y fallas de sistemas de seguridad y maquinaria.

Por tanto, es imperativo un buen análisis con el fin de evitar riesgos a la población y al medio ambiente, por medio de análisis profundos y detallados de todo el universo de posibilidades que se pueden suscitar en los diversos puntos de cada proceso.

De acuerdo con el análisis de HAZOP se obtuvieron los siguientes riesgos.



Grafica 4-1.- Resultados de tipo de riesgo del HAZOP inherentes a las actividades a desarrollar en la ampliación de la PTAR El Ahogado.

Una vez analizado los riesgos, se obtuvieron que en mayor cantidad se encuentran los de tipo mínimo, seguido del bajo, medio y por último el elevado. Por tanto, las actividades a realizar siguiendo los protocolos y teniendo en óptimas condiciones los sistemas de seguridad se pueden tener cero incidentes.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

De acuerdo a lo antes expuesto la ampliación de la planta de tratamiento de agua residual "El Ahogado" se considera como una instalación riesgosa debido a su generación y almacenamiento de biogás el cual será usado para abastecer una planta generadora de energía eléctrica. Si bien, ya se cuenta con tanque de almacenamiento de biogás, este se verá aumentado de capacidad para el proceso de ampliación.

El proyecto de Cogeneración de energía eléctrica a partir del uso del biogás generado en los digestores anaerobios para la generación de energía eléctrica es una solución para la reducción de emisiones a la atmosfera generados por el metano que contiene el biogás, o por el uso del combustible que se usaría para el calentamiento de los lodos.

La ubicación del tanque de almacenamiento del biogás y del sistema de cogeneración de energía se encontrará ubicado en una zona donde no constituye riesgo para los trabajadores y los vecinos, se cuenta con sistemas de seguridad que garantizan la seguridad del inmueble, de los trabajadores y de los vecinos y además que cuenta con personal calificado y capacitado para la operación de la planta. Además, se encuentran rodeados de tanques de agua que ayudan a la amortiguación de las ondas explosivas.

En cuanto al tanque de diesel, este se encuentra alejado de las áreas donde se concentran el mayor número de personal, así como, cuenta con un dique de contención en caso de derrame, esto a su vez ayuda a contener el derrame y que la concentración de vapores se concentre en ese sitio.

Una vez analizados los diámetros de las zonas de riesgos tanto del biogás como del diesel, se obtuvieron que dentro de las zonas no se encuentran puntos de interés de riesgo, a su vez no se tienen interacción entre estos dos, lo cual, se descarta una posible interacción sinérgica. De igual manera, no se tiene puntos de concentración de personal o de personas dentro de las zonas de riesgo.

Por lo que la ejecución del proyecto resulta viable, siempre y cuando se sigan las recomendaciones técnicas y operativas, así como, el correcto sistema de seguridad y protección con el que se cuenta.

4.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

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

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

Tabla 4-1.- Ficha resumen del estado actual y 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
Biológico	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 Biogás	m ³ /día	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 Oxígeno líquido 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
Oxígeno alimentado en forma de gas	Nm ³ /h	no existe	no existe	280 Nm ³ /h por módulo = Total 840 Nm ³ /h

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

El Proyecto incluye también el aprovechamiento del biogás producido durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales para la producción de energía eléctrica y la recuperación de calor para los requerimientos de calentamiento de los digestores de lodos.

El proceso para la operación de la ampliación de la PTAR es el siguiente, partiendo del Pre-tratamiento el cual ya se encuentra construido y en operación:

Tren principal de Tratamiento de agua

- a. Sedimentación primaria.
- b. Sistema de remoción biológica de nutrientes de tres etapas
- c. Sedimentación secundaria.
- d. Desinfección con Ozono.
- e. Filtración terciaria.
- f. Servicios auxiliares: Biofiltro para control de olores.

a. **Sedimentación primaria:** Consiste en 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.

b. **Sistema de remoción biológica de nutrientes de tres etapas:** Las etapas que componen este proceso son: reactor anaeróbico dividido en dos secciones, reactor anóxico y reactor aeróbico.

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

- c. **Sedimentación secundaria:** Se basa en una segunda remoción significativa de los sólidos.
- 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.
- e. **Filtración terciaria:** 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.
- f. **Servicios auxiliares: Biofiltro para control de olores:** El cual 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.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

Tren de lodos

El tren de lodos tendrá el siguiente proceso operativo:

- 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.

b. **Digestión anaeróbica mesofílica:** Los lodos espesados, serán enviados al digester anaeróbico de la ampliación por medio de las bombas de lodo a digestión, una (1) en operación y una (1) en reserva.

Dentro del tanque de lodos espesados se tendrán dos mezcladores sumergibles 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.

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.

c. **Deshidratación de lodos:** Los lodos de los tanques de almacén de lodo digerido serán enviados mediante las bombas de lodos 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. Adicionalmente, la selección de los filtros banda cumple con los criterios recomendados por el MOP8.

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

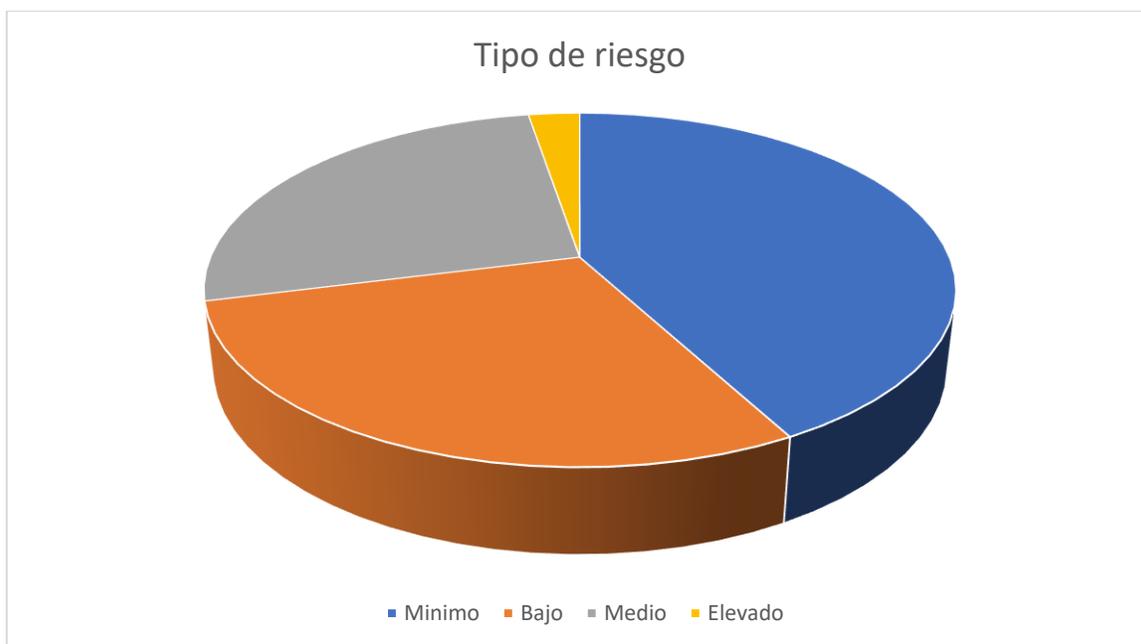
CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO "EL AHOGADO" CON UNA CAPACIDAD DE 1,000 LITROS POR SEGUNDO (LPS) , QUE INCLUYE EL PROYECTO EJECUTIVO, CONSTRUCCIÓN, EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

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.

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.

En cuanto al análisis de HAZOP, en cual se identificaron los principales procesos y los riesgos que pudieran suscitarse en las diferentes etapas que conforma el proyecto de la ampliación de la PTAR "El Ahogado"; se obtuvo que el mayor riesgo *es la falta de capacitación de personal durante la construcción de la ampliación*, con un riesgo de tipo **ELEVADO**, mientras que los demás tipos de riesgos van de mínimo a bajo cómo se puede demostrar en la siguiente grafica.



Grafica 4-2.- Resultados de tipo de riesgo del HAZOP inherentes a las actividades a desarrollar en la ampliación de la PTAR El Ahogado.

Como resultados del modelado del tanque de biogás y de diesel, se obtuvieron como resultados que el diámetro más grande es el de probabilidad de incendio para biogás y el de toxicidad para diesel, con una zona de riesgo de 141 m y 73 m respectivamente. En ambos casos no se tiene interacción un tanque con otro, descartando un posible incidente a mayor escala, de igual manera, no se tiene alcance a centros de concentración masiva de personas o a áreas donde se pueden encontrar la mayor cantidad de personal.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN EN CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

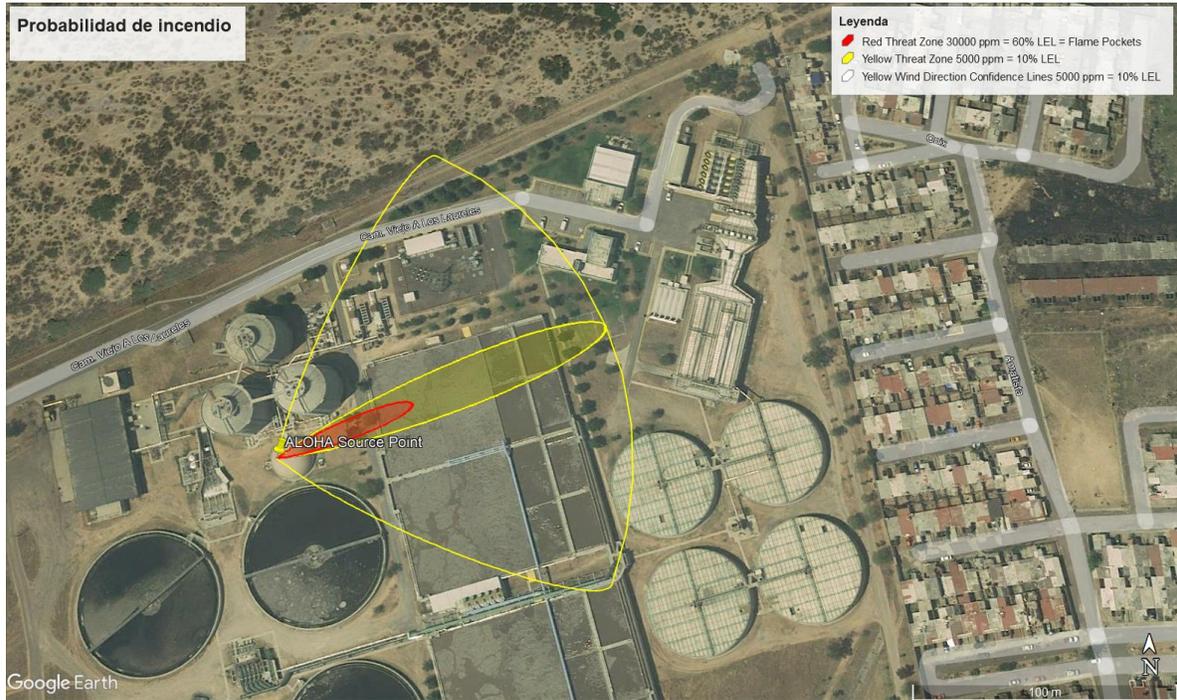


Ilustración 4-1.- Probabilidad de incendio por gas metano.



Ilustración 4-2.- Toxicidad por fuga de diesel.

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

El proyecto contará con todos los sistemas de seguridad, así como personal capacitado y alerta en todo momento, esto en caso de un incidente a mayor escala.

4.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia (s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención.
2006	Tlajomulco de Zúñiga	Honda de México, S.A. de C.V.	Gas Natural	Explosión	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Estación de Servicio Dial, S.A. de C.V.	Combustible	Derrame	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Combustibles Popoyote, S.A. de C.V.	Combustible	Derrame	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Productos seleccionados, S.A. de C.V.	Combustible	Derrame	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Combustibles de Santa Anita, S.A. de C.V.	Combustible	Derrame	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Combustibles Poseidón	Combustible	Derrame	ND	ND	ND
2005	Tlajomulco de Zúñiga	Petromax, S.A. de C.V.	Combustible	Derrame	ND	ND	ND

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Explosión	Unidad o equipo		
1	2	Falla del material en la zona del proyecto.				Falla de material	HAZOP	Suelo
2	17	Falla en la línea de desfogue en el clarificador primario.	Fuga de agua residual			Equipos y tuberías	HAZOP	Suelo

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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 ELECTROMECAÁNICO, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Explosión	Unidad o equipo		
			tratada					
3	18	Falla y/o agrietamiento de cubierta de contención de las emisiones de Ácido sulfhídrico.	Fuga de emisiones de Ácido sulfhídrico.			cubierta de contención	HAZOP	Atmosfera
4	20	Falla en el reactor anaerobio	Fuga de insumos, agua residual tratada y emisiones			Reactor anaerobio	HAZOP	Atmosfera
5	22	Falla de válvula de control para medición de caudal	Fuga excedente de lodos secundarios,			Cabezal de descarga.	HAZOP	Suelo
6	23	Falla sistema de purgado de excedente.	Fuga de agua residual tratada.			Cabezal de descarga.	HAZOP	Suelo
7	24	Falla en el sistema de suministro de ozono gas por falta de mantenimiento.				Sistema de inyección de Ozono	HAZOP	Atmosfera
8	24	Falla reactor destructor de ozono.		Derrame de agua tratada con excedente de gas ozono.		Reactor destructor de ozono.	HAZOP	Suelo
9	30	Falla en el sistema de control de olores.	Fuga de aire contaminado con H2S.			Sistema de control de olores.	HAZOP	Atmosfera
10	32	Falla en el espesador tipo banda.				Espesador tipo banda.	HAZOP	Suelo

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

No. de falla	No. de evento	Falla	Accidente hipotético				Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Explosión	Unidad o equipo		
11	33	Falla en el agitador sumergible para mezclar y homogenizar los lodos.				Espesador tipo banda.	HAZOP	Suelo
12	34	Falla en el envío a gaxometro	Fuga de biogás			Tanque de almacenamiento de biogás	HAZOP	Atmosfera

CONTRATO DE ASOCIACIÓN PÚBLICO PRIVADA PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS 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, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBA DE CAPACIDAD, OPERACIÓN, CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO; ASÍ COMO LA REMOCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS BIOSÓLIDOS Y SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN EL MONORELLENO

5 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

5.1 Formatos de presentación

5.1.1 Planos de localización

Dentro del **anexo 5** se presentan los planos de localización para la ampliación de la PTAR.

5.1.2 Fotografías

Dentro del **anexo 4** se presenta el anexo fotográfico de la ampliación de la PTAR.

5.2 Otros Anexos

- a. Documentación legal
- b. Cartografía consultada del INEGI
- c. Autorizaciones y permisos
- d. Memorias técnico descriptivas y justificativas del proyecto civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendios.
- e. Resultados de los modelados de Riesgo
- f.