SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Resumen Ejecutivo

Manifestación de Impacto Ambiental

Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Capulhuac, Estado de México.

Tabla de contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

I.1 PROYECTO 4
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 4
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 4
I.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO 4
I.2 PROMOVENTE 4
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 4
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE 4
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL 4
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL 5
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 5
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 5
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 5
I.3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 5
I.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 5

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6
II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO 6
II.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO 8
II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN 9
II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA 9
II.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO 9

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO 10

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 11

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 13

V.1.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO 14
V.2 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN 15

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 17

VI.1DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 17

VII. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 21

VII.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES 21
VII.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN 22
VII.2.1 SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGO 22
VII.2.2 JERARQUIZACIÓN DEL RIESGO 23

VIII. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES 25

VIII.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN 25
VIII. 2 INTERACCIONES DE RIESGO 25

IX. CONCLUSIONES 26

I. Datos generales del proyecto, del Promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Capulhuac, Estado de México, en adelante denominado el Proyecto.

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El Proyecto se ubica en la coordenada 19º 13´17.22¨ Latitud y 99º 28´37.61 Longitud, sobre un camino de terracería sin nombre, continuación de la Avenida Libertadores, en la colonia Agua Blanca del municipio Capulhuac. (Ver Figura 1).

El acceso al sitio del Proyecto es por la Carretera Toluca – México, hacia el camino antiguo a Ocoyoacac continuando por la carretera México 36, hasta la Avenida Libertadores, donde se da vuelta hacia la derecha, hasta concluir la avenida, para accesar a la brecha, siguiendo el río Acalotli paralelo al camino.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

El tiempo de vida útil del proyecto es de 30 años.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

La Comisión del Agua del Estado de México (CAEM).

I.2.2 Registro Federal del Contribuyente

El Registro Federal del Contribuyente de la Promovente es: CNA090817.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Proteccion de datos personales LFTAIPG

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Proteccion de datos personales LFTAIPG

I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Comisión del Agua del Estado de México

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal del Contribuyente de la Promovente es: CNA090817.

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Proteccion de datos personales LFTAIPG

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

Proteccion de datos personales LFTAIPG

II. Descripción del Proyecto

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) en adelante la Promovente, en materia de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, lleva a cabo la operación directa de las plantas de tratamiento del Centro de Readaptación Social de Texcoco, de Tenancingo, Ozumba y Amanalco. Asimismo realiza el monitoreo de control de la calidad del agua, de las plantas de tratamiento Capulhuac- Xalatlaco- Tianguistenco, así como de Ixtapan de la Sal-Tonatico, Atlacomulco, Jocotitlán, Ixtlahuaca, Teotihuacán, Tejupilco, Valle de Bravo, Amatepec y Tlatlaya, y de 17 lagunas de estabilización ubicadas en la Cuenca del Alto Lerma y las lagunas de estabilización de Luvianos.

En el municipio de Capulhuac se tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en operación con capacidad de 50 L/seg., la cual es alimentada por el río Acalotli, actualmente utilizado como canal de riego. El río Acalotli tiene la calidad de agua residual presentada en la Tabla II.1.

Tabla II.1 Calidad del agua del río Acalotli

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura media del agua	oC	15
Potencial de hidrogeno (pH)	-	7.89-8.46
Grasas y aceites	(mg/l)	80
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	(mg/l)	340
Demanda química de oxígeno (DQO)	(mg/l)	795
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	(mg/l)	18.32
Sólidos suspendidos totales (SST)	(mg/l)	310
Zinc	(mg/l)	0.05
Arsénico	(mg/l)	0.013
Cadmio	(mg/l)	0.008
Cobre	(mg/l)	0.07
Cromo Total	(mg/l)	0.07
Nitrógeno total (NT)	(mg/l)	49

Parámetro	Unidad	Valor
Fósforo total (P)	(mg/l)	23.25
Coliformes fecales	(mg/l)	6.8 E+10
Huevos de helminto	(mg/l)	>5

Debido a que se busca incrementar el saneamiento del río Acalotli, y dar cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, para que el agua tratada pueda ser usada nuevamente.

El Proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Capulhuac, consiste en la construcción de un segundo módulo en paralelo de 50 L/seg., similar al existente en sus operaciones y procesos unitarios, así como en su equipamiento.

Para satisfacer los objetivos del tratamiento, se ha optado por sistema de tratamiento biológico aeróbico a nivel secundario en dos fases, la primera por biofiltración en filtros percoladores con medio sintético, y la segunda por lodos activados convencionales con sedimentación secundaria final. La desinfección del efluente tratado biológicamente se hará por cloración por medio de aplicación de gas cloro con lo que concluye el tratamiento del agua.

El tratamiento de lodos incluye operaciones y procesos unitarios de concentración, estabilización y desaguado, implementándose la primera con espesamiento gravimétrico, la estabilización con digestión biológica aeróbica, y el desaguado se hará por medios mecánicos en filtros banda.

Como es usual en estos casos, las aguas residuales crudas, previo al tratamiento biológico, pasarán por tratamientos preliminares de desbaste para eliminar materia flotante, basura, y sólidos gruesos, y por desarenación, el primero con limpieza mecánica las unidades en operación, y el segundo para extracción del material granular con limpieza manual.

Por lo anterior y de conformidad con el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece:

“la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger al ambiente y preservar y

restaurar los ecosistemas , a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos sobre el medio ambiente…"

El inciso I del Artículo 28 de la LGEEPA y el inciso A sección VI del Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia del Impacto Ambiental establece que quienes pretendan llevar a cabo una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales requerirán previamente la autorización de impacto ambiental.

El Artículo 30 de la LGEEPA establece: "*que para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta ley, los interesados deberán de presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental…Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente…"*

De acuerdo con la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, se considera actividad altamente riesgosa cuando se maneja alguna de las sustancias contenidas en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 28 de marzo de 1990 o en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 7 de mayo de 1992 en cantidades iguales o mayores a las que se encuentran en definidas en los listados.

Que el Cloro gas se encuentra listado en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, por lo que el Proyecto se considera una actividad altamente riesgosa. Por ello la Promovente presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular y el Estudio de Riesgo del **Proyecto** para su autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

II.1.2 Selección del sitio

El Proyecto se localiza en un sitio estratégico para proveer saneamiento al río Acalotli, el cual desemboca al río Lerma utilizado para riego, ya que de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Capulhuac, publicado el 4 de Marzo de 2004, las descargas de aguas residuales que se generan en el municipio de Capulhuac se vierten primordialmente al río Acalotli. Estas descargas se disponen en arroyos, fosas y barrancas, repercutiendo en el deterioro del medio ambiente y en el caso más severo el de la localidad de San Isidro y Agua Blanca, en donde se efectúan dichas descargas a cielo abierto, ya que no se cuenta con servicio de alcantarillado.

Las aguas residuales que se descargan es de tipo doméstica y comercial, sin embargo se reportan descargas de rastros clandestinos de ganado, curtiduría de pieles y el rastro municipal.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto se ubica en la coordenada 19º 13´17.22¨ Latitud y 99º 28´37.61 Longitud, sobre un camino de terracería sin nombre, continuación de la Avenida Libertadores, en la colonia Agua Blanca del municipio Calpulhuac. (Ver Figura 2).

El acceso al sitio del Proyecto es por la Carretera Toluca – México, hacia el camino antiguo a Ocoyoacac continuando por la carretera México 36, hasta la Avenida Libertadores, donde se da vuelta hacia la derecha, hasta concluir la avenida, para accesar a la brecha, siguiendo el río Acalotli paralelo al camino.

II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para la realización del Proyecto es de $31,288,072.84 pesos.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El área total del Proyecto es de 13,057 m^2, donde el área construida ocupa aproximadamente 9,980 m^2. El área construida esta distribuida como se muestra en el Plano No. 00-PG-03-CAP Planta General Dimensional de fecha Septiembre 2013.

El área total del predio se muestra en el Plano Topografía No. T-TOP-02 Plano general, conjunto altimetría; de fecha 19 de septiembre de 2013.

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, y en su caso, con la regulación de uso de suelo

Este capítulo identifica y analiza los diferentes instrumentos de regulación, normatividad y planeación aplicables en la zona del Proyecto, así como su correspondencia con los instrumentos legales federales, estatales y municipales.

A continuación se indican y describen los planes y programas revisados, así como la legislación aplicable al Proyecto:

Planes y Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio:

- Programa de Ordenamiento General del Territorio
- Actualización del Modelo de Ordenamiento Ecológico del territorio del Estado de México

Planeación Federal, Estatal y Municipal:

- Plan Nacional de Desarrollo
- Plan Estatal de Desarrollo
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Capulhuac

Programas Sectoriales

- Programa Sectorial de Medio Ambiente
- Programa Nacional Hídrico
- Plan Hídrico de Control de inundaciones y saneamiento de la Cuenca del Lerma

Instrumentos Normativos

- Leyes
- Reglamentos
- Normas Oficiales Mexicanas

Áreas Naturales Protegidas
Uso de suelo

IV. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del Proyecto

El área de influencia del Proyecto se considera desde la generación de las aguas residuales en el municipio de Capulhuac hasta la descarga del río Lerma. El municipio de Capulhuac se encuentra en la Región VII. Lerma en la Unidad Ecológica 13.4.2.075.671 considerada de agricultura con una fragilidad ambiental alta y política de conservación.

El predio colinda con la periferia del área de protección de flora y fauna Ciénegas de Lerma. El área para el desarrollo del Proyecto cuenta con la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales y ya se encuentra alterada con vegetación secundaria en vías de regeneración, además de estar rodeada por áreas agrícolas.

El clima predominante de la región es C (w2) que corresponde al grupo de climas templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad. Se caracteriza por presentar intervalos de temperatura entre los 9.8 y 16.4ºC, mientras que en invierno se registran temperaturas de hasta 6.4ºC bajo cero.

En el municipio se pueden presentar heladas y en muy raras ocasiones temperaturas muy altas. Los vientos dominantes provienen del sur y sureste para el Valle de Toluca.

El Proyecto se ubica en la provincia geológica del Eje Neovolcánico, subprovincia: lagos y volcanes de Anáhuac.

El Proyecto se encuentra en la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Santiago, en la cuenca Lerma-Toluca, subcuencas Almoloya- Otzolotepec. El sistema de drenaje del municipio es a cielo abierto en algunas zonas como San Isidro y Aguas Blancas.

La vegetación presente en el área del Proyecto es vegetación secundaria en vías de regeneración, donde se distinguen dos zonas una herbácea con árboles , y la otra asociada al cuerpo de agua dentro del predio.

Respecto a la fauna se observaron 10 individuos en su mayoría cosmopolitas, los cuales podrían utilizar el predio de paso o residencia o como sitio de forrajeo y alimentación.

En términos generales se considera que el Proyecto no modificará de manera significativa al paisaje de la región, ya que se ubicará en una zona previamente alterada por la infraestructura existente de la Planta.

Los componentes ambientales revisados son: abióticos (clima, geología, suelos e hidrología), bióticos (vegetación y fauna), componente estético (paisaje) y componente socio-económico (demografías, empleo, calidad de vida e infraestructura).

La valoración con escala de importancia definida según afectación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla IV-6. Ponderación de medios por escala definida (Garmendia *et al*. 2005).

Medio	Componente Ambiental	Efecto	Ponderación
Abiótico	Clima	Sin efecto	0
	Geología	Sin efecto	0
	Suelos	Sin efecto	0
	Hidrología	Mejora mucho	1
Bióticos	Flora	Sin efecto	0
	Fauna	Sin efecto	0
Paisaje	Paisaje	Mejora algo	2
Socioeconómicas	Demografía	Sin efecto	0
	Economía	Mejora algo	2
	Servicios	Mejora algo	2
	Calidad de vida	Mejora algo	2

Tabla IV-7 Escala valoración.

Escala de importancia definida	
4	Empeora mucho
3	Empeora poco
2	Mejora algo
1	Mejora mucho
0	Sin efecto

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

Para establecer los indicadores de impactos se utilizó la metodología del Esquema Presión-Estado-Respuesta propuesto por la Secretaria de Medio Ambiente de Canadá, estableciendo primero un listado de aquellas actividades del Proyecto que podrían ejercer una **presión** sobre el medio ambiente.

En la Tabla V.1 se presenta el listado de actividades del proyecto con respecto a la información presentada en el Capítulo II. Cabe señalar que el Proyecto, es una ampliación utilizando la infraestructura existente, además de que ya se encuentra en la fase de operación y mantenimiento.

Tabla V.1. Listado de actividades del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES
Preparación del sitio	Desplante de estructuras nuevas
	Movimiento de tierras
	Limpieza y trazo del área
	Accesos
Construcción	Excavación y afine
	Colocación de acero y cimbra
	Pruebas de estanqueidad
	Instalación de equipos, accesorios, pisos y paredes
	Fontanería
	Obra mecánica
	Obra eléctrica
	Instrumentación
Operación y mantenimiento	Desbaste
	Desarenación
	Desgrasado parcial
	Biofiltración
	Reactor biológico
	Sedimentador secundario
	Desinfección
	Espesador de lodos
	Digestor aerobio de lodos
	Filtro prensa
	Disposición final de lodos
Abandono del sitio	En el horizonte de servicio del Proyecto se considera una vida útil 30 años, ampliados mediante mantenimiento preventivo y correctivo

Posteriormente para establecer el **estado** de las condiciones donde se desarrolló el Proyecto se revisó el diagnóstico ambiental del área del Proyecto descrito en el Capítulo IV, y se estableció un listado con los indicadores ambientales a utilizar durante esta evaluación (Ver Tabla V-2).

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Tabla V-2. Elementos ambientales y sus indicadores

COMPONENTES AMBIENTALES	ELEMENTOS AMBIENTALES	INDICADORES	DESCRIPCION
Abióticos	Agua	Calidad	Verter aguas residuales sin tratamiento afecta la calidad de los cuerpos de agua; en particular del río Acalotli.
	Aire	Calidad del aire Ruido	Considera diversos contaminantes como gases de combustión, presencia de olores.
	Suelo	Composición	Presencia de metales en suelo para la agricultura, bioacumulación, enfermedades gastrointestinales y dermatológicas.
Estéticos	Paisaje	Calidad	Las aguas residuales están asociadas con la acumulación de residuos, fauna nociva, y malos olores.
Bióticos	Flora	Presencia de vegetación riparia y de especies representativas	La contaminación del agua afecta la vegetación de galería, sobre todo los detergentes e hidrocarburos. La pérdida de soporte de las raíces , la erosión de las orillas o por el contrario la colmatación de los cauces son problemas comunes que se presentan en la vegetación de galería.
	Fauna	Composición fauna lótica y especies	La falta de tratamiento de aguas residuales atrae vectores. La presencia de fauna es un buen indicador, tanto de la salud del ecosistema como su

COMPONENTES AMBIENTALES	ELEMENTOS AMBIENTALES	INDICADORES	DESCRIPCION
			degradación
Socioeconómicos	Socioeconómicos	Empleo	Los servicios e infraestructura son fuentes de empleo
		Servicios	El tratamiento de aguas residuales, drenaje y alcantarillado
		Calidad de vida	El derecho a vivir en un ambiente sano y limpio
		Infraestructura	Contar con los elementos necesarios para la mejora y crecimiento

V.2 Criterios y metodologías de evaluación

Una vez establecidos los indicadores ambientales, se procedió a aplicar una metodología de evaluación de impacto ambiental cuantitativa y cualitativa, utilizando los criterios propuestos por Bojorquez *et al*. (1998).

De acuerdo a este esquema, los criterios de evaluación se dividen en básicos y complementarios.
Los criterios básicos son:

- Naturaleza del impacto (N);
- Magnitud (M);
- Extensión espacial (E); y
- Duración (D);

Los criterios complementarios son:

- Sinergismo entre actividades (S),
- Efectos acumulativos (A).

Ambos criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 1 al 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el uno, y máximos efectos denotados por el nueve. Los criterios de calificación de cada grupo, así como el desglose de las calificaciones de los impactos por factor ambiental se presentan en la sección V.3.

A continuación se presenta la tabla resumen de los impactos identificados

Etapa	Componentes ambientales	IB	IC	I	N	Calificación del Impacto
Preparación del Sitio y Construcción	Calidad del agua	0.487	0.1111	0.527	Negativo	Moderado
	Composición del Suelo	0.487	0.1111	0.527	Negativo	Moderado
	Calidad del aire	0.487	0.1111	0.527	Negativo	Moderado
	Ruido	0.487	0.1111	0.527	Negativo	Moderado
	Paisaje	NP	NP	NP	NP	NP
	Flora	NP	NP	NP	NP	NP
	Fauna	NP	NP	NP	NP	NP
Operación y mantenimiento	Calidad del agua	1.2599	0.2222	1.1968	Positivo	Muy alto
	Composición del Suelo	1.2599	0.2222	1.1968	Positivo	Muy alto
	Ruido	0.8735	0.1111	0.8867	Positivo	Alto
	Paisaje	NP	NP	NP	Negativo	NP
	Flora	1.8171	0.2222	1.5912	Positivo	Muy alto
	Fauna	NP	NP	NP	NP	NP
	Medio socioeconómico	1	0.1111	1	Positivo	Muy alto
Abandono del sitio	Calidad del agua	2.2894	0.5	1.5	Negativo	Muy alto
	Composición del Suelo	0.4807	0.1111	0.5215	Positivo	Moderado
	Ruido	NP	NP	NP	NP	NP
	Paisaje	1.2599	0.1111	1.2279	Negativo	Muy alto
	Flora	2.080	0.8333	1.129	Positivo	Muy alto
	Fauna	0.4807	1	1	Positivo	Muy alto
	Medio socioeconómico	0.4807	0.1111	0.5214	Positivo	Moderado

NP= No presenta impactos

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La Promovente como parte de sus actividades implementara las siguientes actividades para minimizar los efectos del Proyecto en la disponibilidad y calidad

VI.1Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Componente Ambiental	Actividades	Etapas		
		Prep. Del Sitio y Construcción	Op. y Mant.	Abandono
	Generación de aguas residuales sanitarias			
Agua	Utilizar los servicios sanitarios que se encuentran en la Planta de Tratamiento existente y en caso necesario contratar los servicios de sanitarios portátiles a una empresa autorizada para ello.	X		
	Manejo del Agua tratada			
Agua	Capacitar a los trabajadores en la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		X	
Agua	Cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997.	X	X	
Agua	Establecer un Programa de Monitoreo del Agua, donde se considere el monitoreo de coliformes fecales, materia flotante, $DBO_{5,}$ solidos suspendidos totales y grasas y aceites (al menos cuatro muestras simples tomadas en días representativos mensualmente); y metales pesados y cianuros (dos muestras simples tomadas en días representativos anualmente)	X	X	

Componente Ambiental	Actividades	Etapas		
		Prep. Del Sitio y Construcción	Op. y Mant.	Abandono
	Manejo de residuos sólidos urbanos			
Socioeconómico	Capacitar a los trabajadores en el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	X	X	X
Suelo	Se promoverá la separación de los residuos sólidos urbanos, en orgánicos e inorgánicos	X	X	X
Suelo	El almacenamiento de residuos sólidos urbanos se realizará en contenedores identificados.	X	X	X
Suelo	El área de residuos sólidos urbanos deberá cumplir con las normas municipales correspondientes.	X	X	X
Suelo	Los residuos extraidos de las rejillas y cribas deberán almacenarse en tambos de 200 L, identificados y con tapa	X	X	
Suelo	Establecer un área para el amacenamiento de residuos sólidos úrbanos.	X	X	X
Suelo	Los residuos sólidos urbanos, que no puedan ser reutilizados o reciclados se dispondrán en el relleno sanitario que establezca las autoridades municipales.	X	X	X
	Residuos de Manejo Especial (Biosólidos)			
Suelo	Cumplir con las especificaciones para biosólidos de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002	X	X	
Suelo	Obtener la constancia de no peligrosidad de los biosólidos previo a su aprovechamiento o disposición final	X	X	
Suelo	Establecer un Plan de Manejo de los Biosólidos	X	X	
Suelo	Promover el uso de los biosólidos para su aprovechamiento como mejoradores o acondicionadores de suelos	X	X	
Suelo /Fauna	Establecer un área para el almacenamiento de los biosólidos, hasta su	X	X	

Componente Ambiental	Actividades	Etapas		
		Prep. Del Sitio y Construcción	Op. y Mant.	Abandono
	aprovechamiento o disposición final.			
Suelo	Las áreas de residuos de manejo especial deberán cumplir con lo establecido en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos, así como con su reglamento; así como observar las normas correspondientes.	X	X	
Suelo	Los biosólidos que no se puedan aprovechar se enviarán a disposición final en sitios autorizados por las autoridades municipales.	X	X	
	Residuos Peligrosos			
Socioeconómico	Capacitar a los trabajadores en la identificación, manejo y disposición de residuos peligrosos	X	X	X
	Los residuos peligrosos serán registrados en bitácoras que serán llenadas por el responsable del área, en ellas se indicará la fecha de generación, el tipo de residuo y la cantidad del mismo.	X	X	
Suelo	El almacenamiento se realizará en tambos provistos de etiquetas con el tipo de residuo y sus características de peligrosidad, se mantendrán cerrados y sobre una charola con una rejilla para contener derrames accidentales.	X	X	X
Suelo	Los residuos peligrosos se depositarán en el almacén el cual cumplirá con lo establecido Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, siendo el control a través del registro en la bitácora de entradas y salidas del propio almacén.	X	X	X
Suelo	El transporte y envío a disposición final, se hará a través de empresas debidamente autorizadas por la SEMARNAT y la SCT y con destino a empresas que igualmente tengan vigente la autorización para tratamiento o confinamiento de ese tipo de residuos.	X	X	X

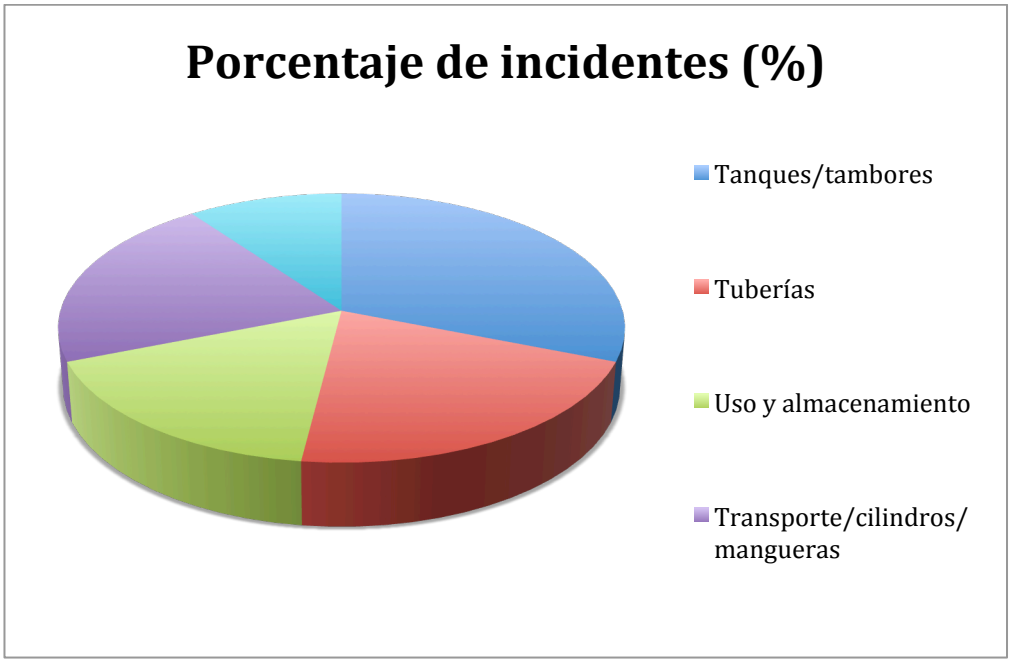
Componente Ambiental	Actividades	Etapas		
		Prep. Del Sitio y Construcción	Op. y Mant.	Abandono
	Manejo de Químicos			
Socioeconómico	Capacitar al personal en el manejo de sustancias químicas	X	X	
Agua/Suelo	El manejo de químicos deberá realizarse de acuerdo a las normas oficiales correspondientes para evitar derrames.	X	X	
Agua/Suelo	En los sitios donde se realicen operaciones de carga o descarga de materiales o sustancias se instalarán sistemas de contención alrededor del área de potencial derrame que cumpla con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su reglamento.	X	X	X
Agua/Suelo	Se mantendrá in situ material absorbente por precaución ante posibles derrames que pudieran rebasar los sistemas de contención de derrames.	X	X	
Agua/Suelo	Durante el desmantelamiento de maquinaría y equipo evitar colocarla en áreas verdes o en zonas donde se pudiera contaminar el suelo.	X		X
	Manejo de Emisiones			
Aire	Durante las excavaciones, demoliciones y acarreos de materiales se deberá estabilizar polvos y partículas a través de riego y uso de lonas en el transporte.	X		X
Aire	Proporcionar mantenimiento continuo a la maquinaria y equipo.	X		
Aire	Estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero generadas durante la operación de la planta de tratamiento de agua		X	
Ruido	Proveer revisión y mantenimiento a los controles de ruido del equipo de aereación		X	

VII. Análisis y evaluación de riesgos

VII.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Para llevar a cabo está sección se realizó una búsqueda de los incidentes plantas de tratamiento de agua; de acuerdo con la información revisada encontró que del período 1968 - 2003, ocurrieron 29 incidentes/accidentes de l cuales, 31% fueron incidentes en tanques/tambos; 21% en tuberías; 17% durar su uso y almacenamiento; 21% durante la transportación de cilindros mangueras; y el 10% en tanques de almacenamiento de metano.

Gráfica 1. Incidentes/accidentes en plantas de tratamiento de agua



Fuente:http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_1762009/Appendices/EIA%20port/Appendix%204.2.pdf

VII.2 Metodologías de identificación y jerarquización

La metodología de evaluación de análisis de riesgo será aplicada al equipo de suministro de cloro para la desinfección, ya que es la sección del proceso donde se manejan las sustancias contenidas en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas (LAAR); publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Para el cloro, los limites que lo hacen inmediatamente peligroso para la vida y la salud, (IDLH, por sus siglas en ingles) y los límites máximos de exposición (PEL, por sus siglas en ingles) normalizados en intervalos de 10 horas, (TWA_{10}, por sus siglas en ingles), se muestran en la Tabla 3-1.

Tabla VII-1 Límites IDLH, TLV y STEL para el Cloro

Sustancia o material	Incluidos en Listados de Actividades Altamente Riesgosas		IDLH[1]	PEL/TLV[2] (TWA_{10})	$STEL^{3}_{15}$
	1er. Listado	2do. Listado			
Cloro	1 kg (gas)		10 ppm	0.5 ppm	1 ppm

Fuente: NIOSH, Pocket Guide.

VII.2.1 Selección de la Metodología de Identificación de Riesgo

Para la identificación de riesgos se empleó la técnica conocida como HAZOP. La metodología Hazard and Operability Study (HAZOP) es una técnica cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido muy utilizada debido a la simplicidad, fácil aplicación y grandes aportaciones en los resultados. La aplicación de esta técnica debe complementarse con una revisión de seguridad, es decir la verificación de los requisitos de seguridad

[1] Concentraciones inmediatamente peligrosas para la vida y la salud (Immediately Dangerous to Life or Health). Corresponde a las concentraciones de sustancias de las cuales se puede escapar en 30 minutos sin ningún síntoma dañino o ningún efecto irreversible en la salud.

2 Valor promedio ponderado en el tiempo (Threshold Limit Value). Es el tiempo de concentración promedio para un día normal de 8 horas de trabajo y de 40 horas de trabajo por semana, del cual la mayoría de los trabajadores podrían estar repetidamente expuestos, día con día sin ningún efecto adverso.

establecidos por las condiciones de diseño o por la normatividad aplicable al proyecto.

VII.2.2 Jerarquización del riesgo

Para la metodología de jerarquización de riesgos se utilizó una metodología semi-cuantitativa llamada Matriz de Jerarquización de Riesgos.

La matriz de jerarquización de riesgos relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de severidad permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a las instalaciones. Asimismo se relaciona la probabilidad de ocurrencia del incidente (índice de frecuencia)

Tabla VII-3. Índice de consecuencias

Categoría	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófica	Muertes dentro o fuera del sitio/daños irreversibles y pérdidas de producción mayores que generen paro total de la planta.
3	Severo	Heridas múltiples/daños mayores a propiedades y pérdidas que generen paros temporales.
2	Moderada	Heridas ligeras/daños menores a propiedades y pérdidas de producción generando un paro parcial.
1	Ligera	No hay heridas/daños mínimos a propiedades perdidas de producción menores que generen un paro, solo sustitución o reparación de accesorios.

Tabla VII-4. Índice de frecuencia

Rango	Consecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez por año
3	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 5 años
2	Raro	Ocurre une vez entre 5 y 10 años
1	Muy raro	Ocurre una vez durante la vida útil de la instalación
0	Extremadamente raro	Consecuencia de un evento que genera problemas en la planta

Tabla VII-5. Categorías de riesgo

Categoría	Riesgo	Descripción
IV	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento
III	Aceptable con controles	Se deben revisar los procedimientos de ingeniería y control que se estén llevando a cabo en forma correcta
II	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses
I	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar un período de 3 1 6 meses.

Tabla VII-6. Matriz de jerarquización de riesgos

Índice Ponderado de Riesgos			Consecuencia			
			Ligera	Moderada	Severa	Catastrófica
			1	2	3	4
Frecuencia	Frecuente	4	IV	II	I	I
	Poco frecuente	3	IV	III	II	I
	Raro	2	IV	IV	III	II
	Muy raro	1	IV	IV	IV	III
	Extremadamente raro	0	IV	IV	IV	III

A continuación se presenta las Tablas de Jerarquización de Riesgos considerando los datos de incidentes/accidentes de las Plantas de Tratamiento de Agua, donde el mayor número de incidentes ocurren en el contenedores y cilindros, seguido de tuberías, transporte, cilindros y mangueras, se seleccionaron únicamente aquellas actividades u operaciones que derivan en accidentes o incidentes.

Núm.	Desviación	Nodo o etapa	Posibles causas	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de riesgo
02	Menos flujo	1	Fuga durante la conexión	3	2	III
04	Contrario a	1	Presencia de algún remanente de gas en la línea	4	2	II
06	Mayor presión	1	La tuerca de sello de la válvula del contenedor se encuentra floja	3	2	III

Núm.	Desviación	Nodo o etapa	Posibles causas	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de riesgo
01	No hay flujo	2	Ruptura en algún punto de la línea por agente externo	2	3	III
06	Menor presión	2	Ruptura parcial o total de la línea por agente externo	2	3	III
01	No hay flujo	3	Posible rotura de líneas de distribución por agente externo	2	3	III

Para los otros eventos se establecieron recomendaciones para prevenir o minimizar los riesgos potenciales.

VIII. Descripción de las zonas de protección entorno a las instalaciones

VIII.1 Radios potenciales de afectación

La determinación de los radios potenciales de los eventos máximos probables se realizó mediante la aplicación del software *Aerial Locations Of Hazardous Atmospheres (ALOHA)* versión 5.4.5, software recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos *(Environmental Protection Agency)(EPA)*. Este software permite predecir las consecuencias de acuerdo a tipo de producto, velocidad de viento y estabilidad; y cuantifica los efectos por nube explosiva y toxicidad.

VIII. 2 Interacciones de riesgo

De acuerdo con las simulaciones realizadas, bajo las condiciones ambientales establecidas velocidad de viento de 1 a 2 m/s y estabilidad F (la más estable) la

distancia de afectación para IDLH (10 ppm) para una descarga por válvula por algún error en la conexión o golpe externo al contenedor es de 230 m y 664 m de acuerdo al software utilizado ALOHA. Pero con medidas de control y capacitación en el procedimiento de cambio de contenedores este tipo de eventos se pueden minimizar.

Para el caso de una fuga controlada de la tubería que conecta al inyector, considerando controlada porque el sistema cuenta con válvulas que permiten el cierre automático al detectar una caída de presión, se considero un diámetro equivalente a 1.5 in (38.1 mm) y 10 m de longitud, estabilidad F (la más estable) y velocidad de viento de 1 m/s por lo que la distancia de afectación es de 149.96 m para IDLH .

Por lo tanto para fuga de cloro gas de una válvula del contenedor, y de una tubería en ambos casos con fuga controlada aún así se pueden tener efecto en las zonas colindantes a la PTAR.

En el **Anexo J** se incluyen los resultados del modelo de simulación y las Figuras con los radios de afectación calculados.

IX. Conclusiones

La Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) actualmente desarrolla varios programas para la rehabilitación de la plantas de tratamiento de aguas residuales del Estado de México con el fin de mejorar la Cuenca del río Lerma.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Capuhlac se encuentra en un área estrategica para proporcionar tratamiento a las descargas de aguas residuales del municipio, coadyuvando al saneamiento del río Acalotli y por lo tanto minimizando el impacto de las mismas al área de protección de flora y fauna que se encuentra en el trayecto del río Acalotli.

Debido al crecimiento de la población del municipio, se ha incrementado la carga de contaminantes al río, por lo que se necesita ampliar la capacidad de la Planta de Tratamiento existente.

El Proyecto aumentará la capacidad de la PTAR existente de 50 lps a 100 lps a través de la construcción de un segundo modulo que utilizará un sistema de tratamiento igual al existente de tipo biológico por lodos activados, continua

utilizando cloro gas para la desinfección del agua tratada, incrementando el número de tanques de cloro gas de dos a cuatro tanques.

Para el tratamiento de los lodos, el Proyecto incorporará un sistema de espesamiento de lodos crudos (mesas de espesado) así como un digestor aerobio de lodos adicional y un sistema de desaguado de lodos estabilizados por filtro banda.

Cabe señalar que el área del Proyecto presenta vegetación secundaria en vías de regeneración, así como fauna asociada a los cuerpos de agua del predio.

El Proyecto se llevará a cabo dentró del área existente sin afectar sustancialmente la vegetación del predio.

La zona circundante al Proyecto en su mayoría se observó con características agrícolas. Cercano al Proyecto se encuentra la comunidad de Aguas Blancas, la cual de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Capulhuac no cuenta con un sistema de drenaje por lo que descarga a canales a cielo abierto, incluyendo al río Acalotli.

El municipio cuenta con industria mediana, sin especificar si la industria cuenta con sistemas de tratamiento adicionales o si esta vierte sus descargas junto con las provenientes del municipio, catalogadas como comerciales y domésticas.

El manejo adecuado de los biosólidos pudiera representar una oportunidad para la mejora de los suelos utilizados para la agricultura, y facilitaría su manejo, ya que en el Proyecto está rodeado de zonas agrícolas.

Con base en los resultados obtenidos de la identificación de los impactos durante las etapas evaluadas del Proyecto, se puede concluir lo siguiente:

- La construcción del Proyecto se llevará acabo en el área del predio donde se presentaba vegetación secundaria en vias de regeneración.
- El Proyecto resultará principalmente en impactos benéficos directos y de corto a mediano plazo y reversibles;
- La ejecución del Proyecto resultará en impactos socioeconómicos benéficos;
- La mayoría de los impactos son prevenibles y mitigables;
- Todos los impactos negativos serán mitigados o evitados para dar cumplimiento a la legislación; y

- El manejo adecuado de los biosólidos evitará que su generación se convierta en un impacto residual.

De esta manera, el Proyecto contribuirá proporcionando beneficios socioeconómicos sin comprometer la integridad ambiental de la zona.

En materia de riesgo ambiental y de acuerdo con las simulaciones realizadas, bajo las condiciones ambientales establecidas con una velocidad de viento de 1 a 2 m/s y estabilidad F (la más estable y por lo consiguiente la más desfavorable), la distancia de afectación para IDLH (10 ppm) para una descarga por el cierre inadecuado de las válvulas, o bien porque está reciba un golpe, su radio de afectación será de 230.43 m, alcanzando a afectar las zonas agrícolas que se encuentran alrededor de la PTAR. La zona de amortiguamiento (TLV8= 1 ppm) fue de 664.77 m, que en este caso llegaría a la población de Aguas Blancas, causando alguna molestia entre sus habitantes.

Bajo las mismas condiciones ambientales, se simuló una fuga de la tubería antes de llegar al eyector por algún agente externo (situación poco probable), y considerando como se observa en los Diagramas de Tubería e Instrumentación que se cuenta con válvulas y sensores de caída de presión se hace un cierre de la misma, la zona de alto riesgo (IDLH = 10 ppm) fue de 149.96 m afectando las áreas agrícolas circundantes, y algunos pobladores que se encuentran en estas zonas agrícolas. La zona de amortiguamiento fue de 451.71 m, por lo que no llega a la comunidad de Aguas Blancas.

En ambos casos las condiciones atmosféricas fueron las mas estables por lo que complica la dispersión del contaminante, asimismo se considero que el personal operativo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, tiene una rápida respuesta en caso de una emergencia.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Capulhuac trataba un volumen de agua de 50 lps, con la modernización de la misma se incrementará el volumen a 100 lps, mediante la construcción de un módulo paralelo al existente.

Al momento de realizar este estudio no se cuenta con algún reporte de incidente/accidente dentro de la instalación, o bien algún reporte de alguna auditoría dentro de la misma.

Por lo que se recomendaría la instalación de un dispositivo para indicar la dirección del viento, visible desde cualquier parte de la PTAR, asimismo tener a la mano los equipos de respuesta a emergencia y capacitar al personal en el uso de los mismos.
De acuerdo a la información proporcionada no se observó otro sensor que detecte emisiones de cloro gas en caso de que ocurran fuera de la tubería o al hacer la conexión de los contenedores, por lo que sería recomendable en su caso contar con este dispositivo y una alarma.

Así como seguir las recomendaciones técnico-operativas, las medidas de prevención y seguridad en el manejo y uso del cloro, ya que esto permitirá minimizar la estadística de incidentes/accidentes en plantas de tratamiento de agua por el manejo del cloro.