MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**I. Nombre del área que clasifica.**

Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Puebla.

**II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública.**

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular.

**III. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.**

La información correspondiente a: 1. Registro Federal de Contribuyentes de persona física (RFC), 2. Teléfono de persona física, 3. Correo electrónico de persona física y 4. Fotografías de personas físicas.

**IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.**

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

**V. Firma del Titular del área.**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
RECURSOS NATURALES
FEDERAL
PUEBLA

María del Carmen Cervantes Pérez

**VI. Número del acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

A través de la Resolución 206/2026 emitida por el Comité de Transparencia de esta Secretaría

IAXS GROUP
ASESORES S. DE R.L. DE C. V.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

## MODALIDAD PARTICULAR

CONSTRUCCIÓN DEL MACRO COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES "XOXTLA - EL CONDE (PTAR BARRANCA EL CONDE)" PARA EL SANEAMIENTO DEL RÍO ATOYAC, EN VARIAS LOCALIDADES DE LOS MUNICIPIOS DE TLALTENANGO, SAN MIGUEL XOXTLA, CORONANGO Y CUAUTLANCINGO, EN EL ESTADO DE PUEBLA




13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

## Contenido

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.....5
1.1. Datos generales del proyecto.....5
1.2. Datos del promovente.....7
1.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....7
II. Descripción del proyecto.....8
2.1. Descripción detallada del proyecto.....8
2.1.1. Nombre del proyecto.....8
2.1.2. Naturaleza del proyecto.....8
2.1.3. Objetivo y justificación del proyecto.....14
2.1.4. Programa de actividades.....14
2.1.5. Proyectos asociados.....15
2.1.6. Políticas de crecimiento a futuro.....15
2.2. Etapa de selección del sitio.....15
2.2.1. Ubicación física del proyecto.....15
2.2.2. Uso de suelo del predio.....15
2.3. Etapas de preparación del sitio y construcción.....16
2.3.1. Preparación del terreno.....17
2.3.2. Equipo que será utilizado.....17
2.3.3. Materiales.....18
2.3.4. Obras y servicio de apoyo.....18
2.3.5. Personal a ser utilizado.....19
2.3.6. Requerimientos de energía.....20
2.3.7. Requerimientos de agua.....20
2.3.8. Residuos generados.....20
2.3.9. Emisiones a la atmósfera.....21
2.3.10. Generación de ruido.....21
2.3.11. Generación de aguas residuales.....22
2.3.12. Medidas de seguridad y planes de emergencia.....22
2.4. Etapa de operación y mantenimiento.....24
2.4.1. Programa de operación.....24
2.4.2. Recursos naturales del sitio que serán aprovechados.....24
2.4.3. Requerimientos de personal.....24
2.4.4. Materias primas e insumos por fase de proceso.....24
2.4.5. Forma y características de transportación y de almacenamiento de materias primas, productos finales, subproductos y combustibles.....25
2.4.6. Requerimientos de energía.....25
2.4.7. Electricidad. Indicar el voltaje y fuente de aprovechamiento.....25
2.4.8. Combustible. Indicar tipo y consumo semanal y mensual.....25



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

2.4.9. Requerimientos de agua....25
2.4.10. Contaminantes al ambiente....25
2.4.11. Emisiones a la atmósfera....25
2.4.12. Descargas de aguas residuales....25
2.4.13. Residuos sólidos industriales....25
2.4.14. En su caso, agroquímicos....26
2.4.15. Generación de ruido....26
2.4.16. Medidas de seguridad y planes de emergencia....26
2.5. Etapa de abandono de sitio....27
2.5.1. Estimación de vida útil....27
2.5.2. Programas de restauración ambiental del área....27
2.5.3. Planes de uso del área afectada al concluir la vida útil del proyecto....28
2.5.4. Responsables de la restauración y mantenimiento....28
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso de suelo....29
3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos....29
3.2. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)....30
3.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente....32
3.4. Ley de Aguas Nacionales....36
3.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos....38
3.6. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental....40
3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales....40
3.8. Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido....41
3.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos....41
3.10. Planes o Programas de Desarrollo Urbano....41
3.10.1 Programa Estatal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla. Diagnóstico funcional del territorio....41
3.10.2. Estrategias y Programas de Ordenamiento Territorial....43
3.11. Normas Oficiales Mexicanas....44
3.12. Otros instrumentos por considerar....45
3.12.1. Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental....45
3.12.2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla....46
3.12.3. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla....48
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto....50
4.1. Delimitación y justificación del área de influencia....50
4.2. Características físicas....50



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

4.2.1. Condiciones climatológicas.....50
4.2.2. Geomorfología y relieve.....51
4.2.3. Tipos de suelo.....52
4.2.4. Hidrología y drenaje subterráneo.....54
4.3. Características Biológicas.....57
4.3.1. Vegetación, flora y fauna silvestre endémica.....57
4.4. Ecosistemas y paisaje.....59
4.4.1. Principales ecosistemas, situación actual y su referencia al proyecto en cuestión.....59
4.4.2. En su caso, áreas naturales protegidas existentes en las inmediaciones y su relación con el proyecto.....60
4.4.3. Características del paisaje y su situación actual.....60
4.5.Diagnóstico.....61
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.....63
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.....77
6.1. Medidas de prevención.....77
6.2. Medidas de mitigación.....78
6.3. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.....79
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.....82
7.1. Descripción de alternativas a futuro.....82
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.....83
8.1. Planos definitivos.....83
8.2. Álbum fotográfico.....86
8.3. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.....88



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

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

## 1.1. Datos generales del proyecto

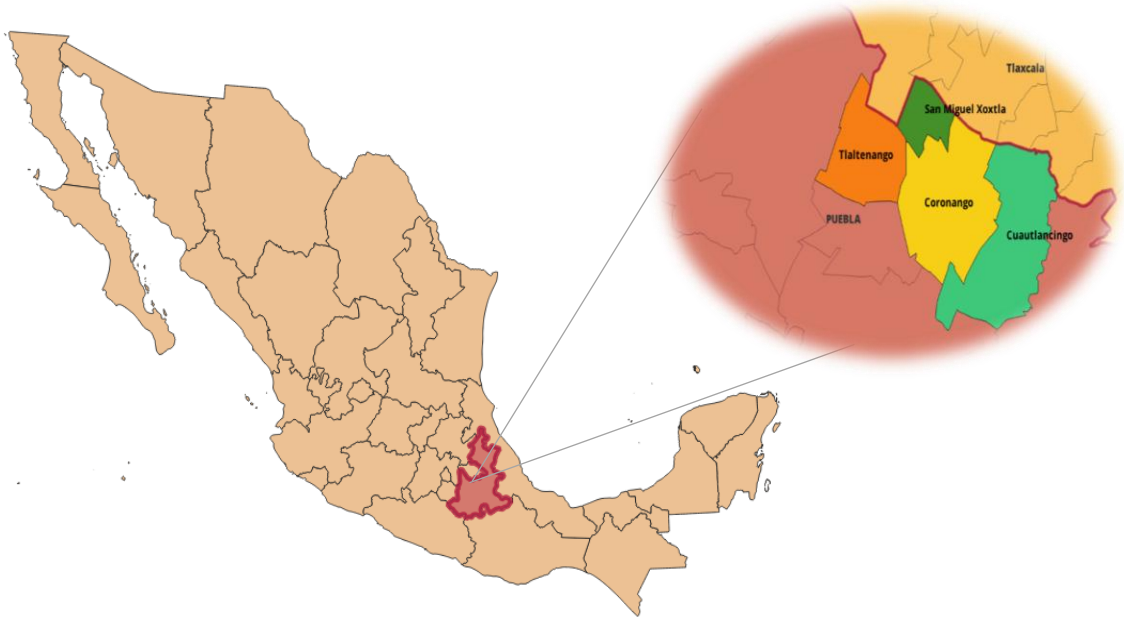
Proyecto ejecutivo para la construcción del Macro Colector de Aguas Residuales "Xoxtla - El Conde (PTAR Barranca El Conde)" para el saneamiento del Río Atoyac, en varias localidades de los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, en el estado de Puebla



### Ubicación del proyecto.

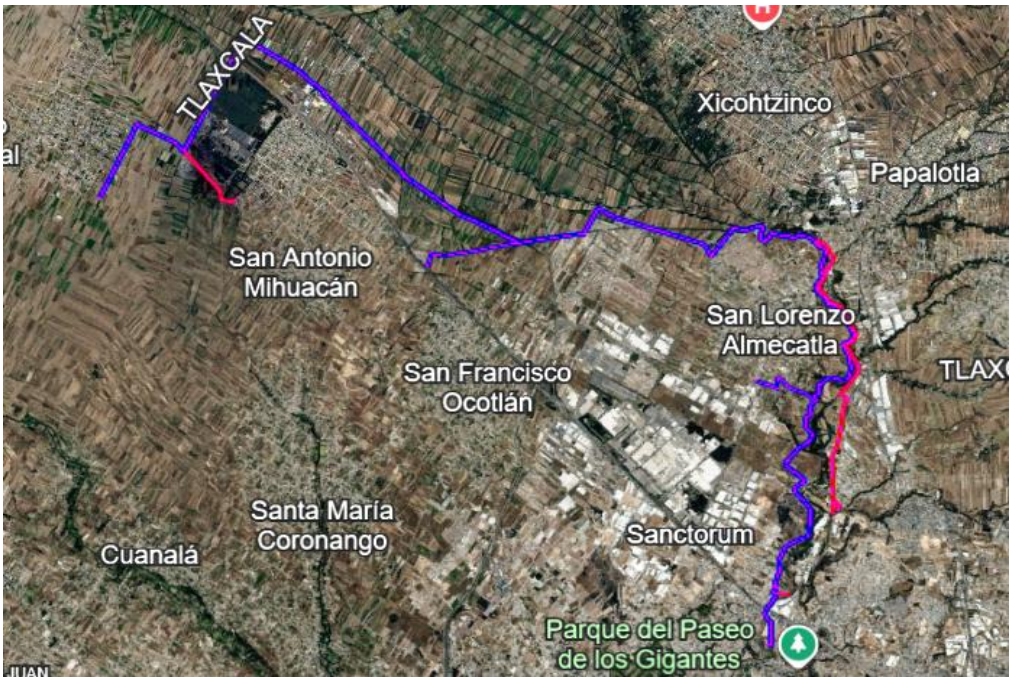
El proyecto en cuestión está ubicado en 4 municipios del estado de Puebla: Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, que colindan con el estado de Tlaxcala. (Figura 1.1 y 1.2).

Figura 1.1. Ubicación del proyecto en los 4 municipios del Estado de Puebla.




Fuente: Elaboración propia

Figura 1.2. Ubicación del Macro colector.




Fuente: Elaboración propia



Vida útil del proyecto: Se establece un periodo de 3 años para realizar la preparación y construcción de la obra. En cuanto a la etapa de operación y mantenimiento se refiere, el tiempo de vida puede variar, tomando en cuenta diversos factores:

- Material: Las tuberías modernas tienen una capacidad de durabilidad de hasta 100 años, pero no están exentas del deterioro antes de los 25 años si existen condiciones desfavorables, materiales inadecuados o procesos químicos como alta corrosión; en cuanto al equipo mecánico asociado, el tiempo de vida es menor, entre 15 a 20 años
- Condiciones de construcción: Se debe considerar el tipo de suelo donde se va a realizar el proyecto, a qué profundidad se pretende colocar y el tráfico vehicular, para garantizar que la estructura cumpla con el tiempo de operación proyectado
- Crecimiento poblacional: Se debe realizar una proyección adecuada del crecimiento, debido a que existe la posibilidad del aumento de caudal de aguas residuales, provocando que la capacidad del colector alcance su límite antes de lo previsto
- Mantenimiento preventivo y correctivo: Revisiones y limpieza periódicas para garantizar el buen funcionamiento del colector y mantener condiciones óptimas de este

Para este tipo de proyectos, se considera una vida útil de hasta 20 años, antes de requerir alguna rehabilitación mayor o expansión, según corresponda. Incluso, la vida útil se extiende si se emplean labores de limpieza y mantenimiento adecuado, la infraestructura tendrá la posibilidad de superar el periodo de diseño y continuar en funcionamiento.

## 1.2. Datos del promovente

**Razón social:** IAX GROUP ASESORES S. DE R.L. DE C.V.
**Registro Federal de Contribuyentes:** IGA151124MD2
**Nombre y cargo del representante legal:** Sergio Gómez Mendoza
**Domicilio:** Calle 13 Poniente 2504 C, Colonia La Paz, Ciudad de Puebla, Puebla C.P. 72160

## 1.3. Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

**Nombre:** M.I. Ricardo Zárate Mendoza
**Registro Federal de Contribuyentes:** [redacted]
**Número de cédula profesional:** 10641898
**Teléfono:** [redacted]
**Correo electrónico:** [redacted]

# II. Descripción del proyecto

## 2.1. Descripción detallada del proyecto

### 2.1.1. Nombre del Proyecto

Proyecto Ejecutivo para la construcción del Macro Colector de Aguas Residuales "Xoxtla - El Conde (PTAR Barranca El Conde)" para el saneamiento del Río Atoyac, en varias localidades de los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, en el Estado de Puebla.



### 2.1.2. Naturaleza del Proyecto

En la planeación de obras para el desarrollo urbano, se vuelve prioritario el abastecimiento de agua potable; sin embargo, el manejo y tratamiento de las aguas residuales provenientes de descargas domiciliarias, comercios y zonas industriales, no siempre es considerado prioritario, lo que puede ocasionar problemas ambientales y de salud en los lugares que no se efectuaron sistemas de alcantarillado sanitario.

De acuerdo al Plan Nacional Hídrico 2024-2030, que tiene como objetivo el manejo adecuado y responsable del agua en todos sus usos, que uno de los ejes principales es la “Mitigación del impacto ambiental y adaptación al cambio climático”, se considera prioridad el saneamiento de los 3 ríos más contaminados del país, donde el Río Atoyac forma parte de esta lista.

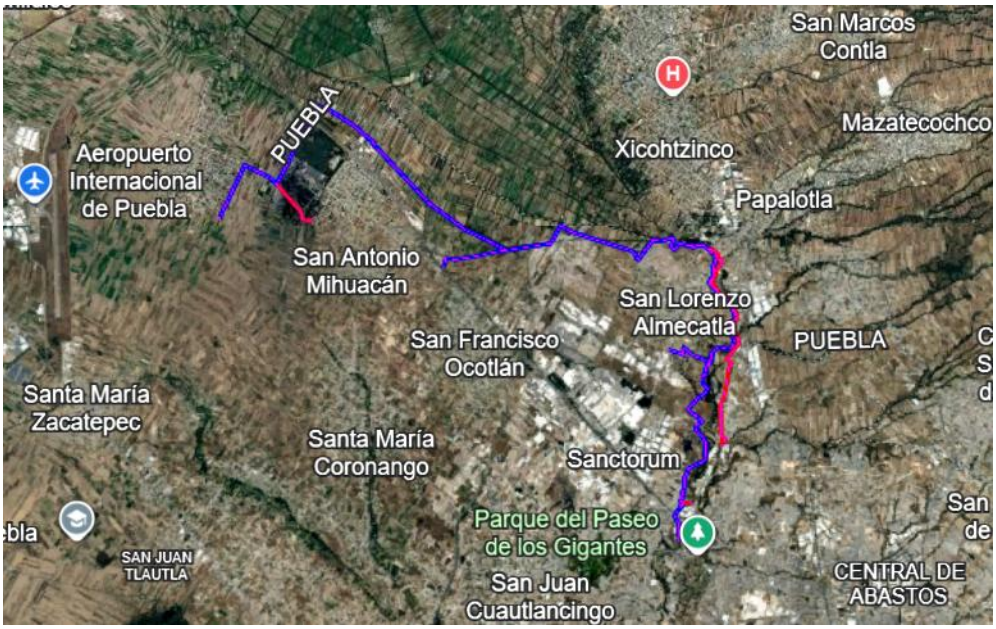
Por esta razón, la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla (CEASPUE), está llevando a cabo acciones puntuales que permitan ampliar y mejorar el manejo del agua residual, buscando el saneamiento y rescate del Río Atoyac, en el que actualmente más de 200 empresas vierten sus residuos, lo que genera metales pesados y compuestos volátiles que provocan afectaciones a la salud de los habitantes y, por ende, se considera como una de las 30 regiones de emergencia sanitaria en el país.

Así mismo, es preciso mencionar que, de acuerdo con diagnósticos realizados por CONAGUA y el Instituto para la Gestión, Administración y Vinculación Municipal (IGAVIM, Observatorio Ciudadano), se estima que, entre los 4 municipios involucrados en el presente proyecto, se generan más de 9 millones de $m^3$ de aguas residuales anualmente y son vertidas a la cuenca del Alto Atoyac, sin contar con tratamiento a cielo abierto en su mayoría.

Por esta razón, es importante considerar sistemas de alcantarillado sanitario, para conducir adecuadamente el agua residual que produce la población, los comercios e industrias que se encuentran en el mismo territorio. Es necesario desarrollar un proyecto que permita la captación y conducción adecuada del agua residual, por lo que se requiere la construcción del Macro colector denominado “Xoxtla-El Conde”.

En la Figura 2.1, se muestra la localización de este proyecto:

Figura 2.1. Localización del Macrocolector en los municipios y localidades del estado de Puebla.




Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe cada uno de los elementos del Macro colector:

El Macro colector tiene una longitud de 33.651 km y busca evacuar las aguas residuales de los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, donde se encuentran las siguientes localidades y zonas relevantes:

- Tlaltenango
- San Miguel Xoxtla
- San Antonio Mihuacán
- Misiones de San Francisco
- San Lorenzo Almecatla
- Parque industrial Finsa VW
- Fraccionamiento Nueva Alemania
- Galaxias Almecatla
- Las Trojes Residencial
- San Miguel Apetlachica (Cerca de "Volkswagen 2")
- Galaxias Almecatla (Sección Noreste)
- Las Trojes Residencial



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

## Tlaltenango

Se localiza en la parte centro-oeste en el estado de Puebla (Pue).
Colinda:

- Al norte con el municipio de Huejotzingo y el estado de Tlaxcala
- Al este con San Miguel Xoxtla
- Al sur con Juan C. Bonilla
- Al oeste colinda con el municipio de Huejotzingo

Por la posición geográfica, se encuentra ubicado entre las coordenadas 19° 07' 54" y 19° 12' 36" latitud norte y entre 98° 19' 54" y 98° 21' 36" longitud oeste.



Tlaltenango cuenta con una extensión territorial total de 37.0 km²
En cuanto a su altitud, ésta es variable debido a que se localiza en la región de los llanos de Tlaltenango, la cual pertenece al Valle de Puebla, cuya altura es de 2,200 metros sobre el nivel del mar.
Aunque el municipio no tiene localidades o juntas auxiliares, se desarrollan diversas actividades económicas que dan sustento a los ciudadanos, van desde el sector primario hasta el terciario. Cuenta con una población de 7,400 habitantes, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.
En la Figura 2.2 se muestra el área de influencia y el trazo del colector en este municipio.

Figura 2.2. Trazo del colector en el municipio de Tlaltenango, Puebla.




## San Miguel Xoxtla

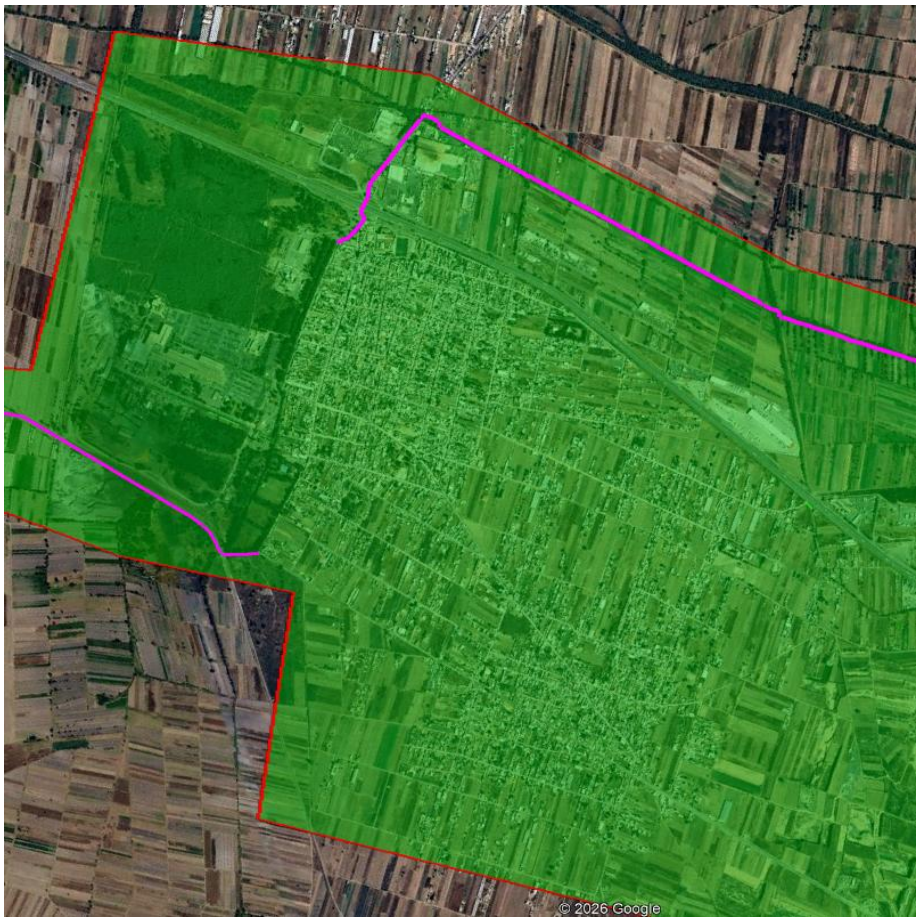
El municipio de San Miguel Xoxtla está ubicado en la zona centro-oeste del estado de Puebla. Colinda:

- Al norte, con el estado de Tlaxcala (municipios de Nativitas, Tetlatlahuca y Zacatelco)
- Al sur con Juan C. Bonilla
- Al este con Coronango
- Al oeste con Tlaltenango

Se ubica a una altitud promedio de 2,200 m.s.n.m. con una extensión territorial aproximada de 29 km². El terreno es mayoritariamente plano, característico del Valle de Puebla-Tlaxcala. Se sitúa en el corredor industrial de la autopista México-Puebla, lo que facilita la conexión con la capital del estado y la Ciudad de México. Cuenta con una población de 12,461 habitantes, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI. En la Figura 2.3 se muestra el área de influencia y el trazo del colector en este municipio.



Figura 2.3. Trazo del colector en el municipio de San Miguel Xoxtla, Puebla.



Coronango

El municipio de Coronango se ubica en la zona centro-poniente del estado, cerca de la capital poblana. Colinda:

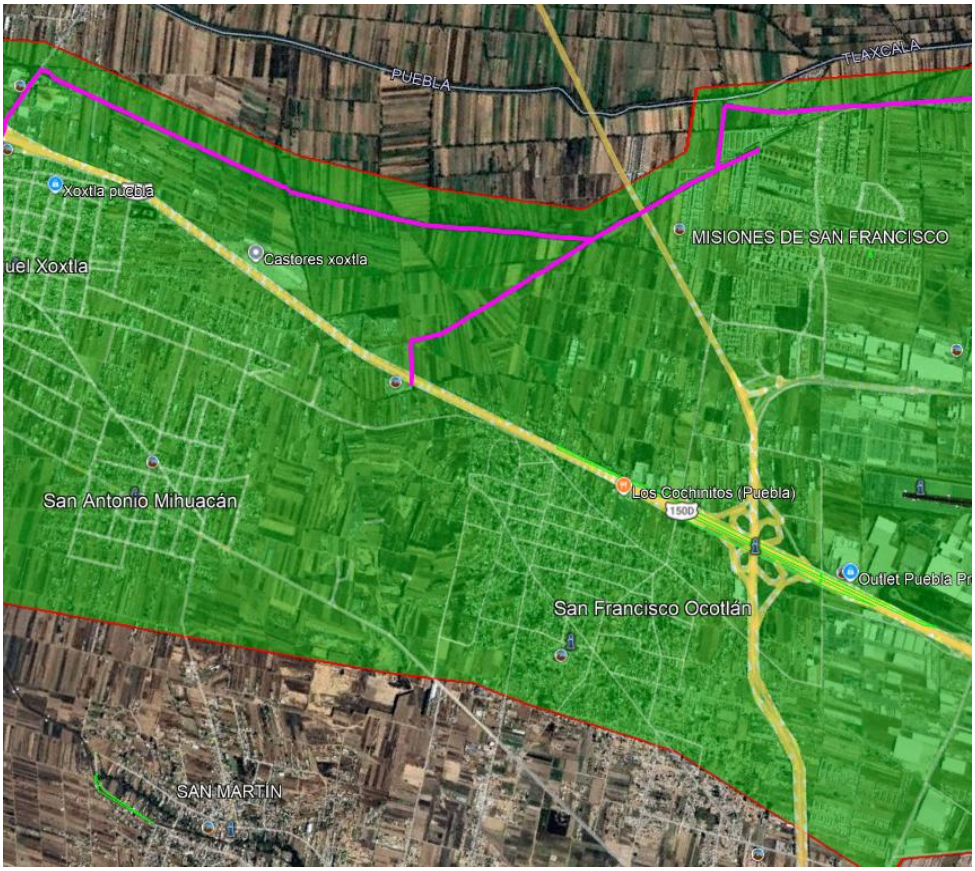
- Al Norte con Tlaxcala
- Al Sur con San Pedro Cholula
- Al Este con Cuautlancingo
- Al Oeste con San Miguel Xoxtla y Juan C. Bonilla



Forma parte de la zona metropolitana denominada Puebla-Tlaxcala, una región estratégica en el desarrollo del Sur-Sureste mexicano, de acuerdo con documentos oficiales del Estado de Puebla.

Sus coordenadas geográficas extremas son 19°6′ - 19°10′ de latitud norte y 98°15′ - 98°20′ de longitud oeste, con una altitud que varía entre 2180 y 2200 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una población de 44,836 habitantes, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI. En la Figura 2.4 se muestra el área de influencia y el trazo del colector en este municipio.

Figura 2.4. Trazo del colector en el municipio de Coronango, Puebla



Cuautlancingo

Se ubica en la región geoeconómica del Área Metropolitana de la ciudad de Puebla.
Colinda:

- Al norte con el estado de Tlaxcala
- Al este con el estado de Tlaxcala y el municipio de Puebla
- Al sur con el municipio de San Pedro Cholula y con el municipio de Puebla
- Al oeste con el municipio de Coronango



Sus coordenadas son 19º 04'54 y 19º 09'36 de latitud norte y 98º 13'18 y 98º 17'36 de longitud oeste, a una altura promedio de 2140 metros sobre el nivel del mar. Posee una superficie de 33.17 km². Cuenta con una población de 137,435 habitantes, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI. En la Figura 2.5 se muestra el área del trazo del colector en este municipio.

Figura 2.5. Trazo del colector en el municipio de Cuautlancingo, Puebla.




Se estima que el Macro colector beneficiará aproximadamente a 241,398 habitantes.

### 2.1.3. Objetivo y justificación del Proyecto

Este proyecto se enfoca principalmente en conducir el agua residual de la zona de captación hasta el lugar donde se llevará el tratamiento de esta, a partir de diversos procesos que se encargarán de sanear y depurarla, conforme a la norma vigente para que cumpla con los niveles de remoción de contaminantes. Actualmente, el servicio de alcantarillado es insuficiente, debido a la falta de infraestructura en algunas zonas que se encuentran en proceso de crecimiento urbano o, en otros casos, se combina el agua pluvial y el agua residual, es decir, las aguas no van separadas, lo que refiere la necesidad de realizar un manejo eficiente del agua en sus diferentes usos y orígenes.



Contribuir a la consolidación del Organismo Operador responsable de la administración y operación de los servicios, para que tenga autonomía técnica, administrativa, operativa y financiera.

Así mismo, se busca la mejora y optimización de los servicios de alcantarillado y saneamiento, para lograr una ampliación de cobertura y evacuación adecuada de las aguas residuales.

Finalmente, se busca el saneamiento del entorno para el mejoramiento en la calidad de vida y salud de la población.

### 2.1.4. Programa de actividades

A continuación, se observa (Tabla 2.1) el cronograma de obra, en el que se desglosa el periodo de tiempo que toma cada actividad, que va desde la etapa de preparación del sitio, hasta la etapa en que la obra ya se encuentra en operación y mantenimiento.

Tabla 2.1. Cronograma de Obra. Programa de actividades.

| ACTIVIDAD | SEMESTRE | | | | | | DE 1 A 20 AÑOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| **Etapa de preparación del sitio** | | | | | | | |
| Desmonte y despalme | | | | | | | |
| Excavaciones | | | | | | | |
| Carga y acarreo de material | | | | | | | |
| Uso de maquinaria y camión volteo | | | | | | | |
| **Etapa de construcción** | | | | | | | |
| Uso de maquinaria y camión volteo | | | | | | | |
| Rellenos compactados | | | | | | | |
| Construcción de estructuras | | | | | | | |
| Instalación de tuberías y conexiones | | | | | | | |
| Carga y acarreo de material | | | | | | | |
| **Etapa de operación y mantenimiento** | | | | | | | |
| Operación del colector | | | | | | | |
| Mantenimiento del colector | | | | | | | |

### 2.1.5. Proyectos asociados

Para el proyecto en cuestión, no se requiere información previa de otros proyectos.

### 2.1.6. Políticas de crecimiento a futuro

El presente proyecto contempla el crecimiento demográfico a futuro durante la vida útil del proyecto, tomando en cuenta factores de cambio como natalidad, fecundidad, mortalidad y migración, por lo que no se consideran actividades u obras futuras.



## 2.2. Etapa de selección de sitio

### 2.2.1. Ubicación física del Proyecto

El "Proyecto Ejecutivo para la construcción del Macro Colector de Aguas Residuales Xoxtla - El Conde (PTAR Barranca El Conde)" para el saneamiento del Río Atoyac, en varias localidades de los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, en el Estado de Puebla", se va a desarrollar en los 4 municipios mencionados.

El proyecto se ubica entre la zona urbana, zona industrial y zona agrícola; sigue de forma paralela el eje del Río Atoyac y vialidades principales que conectan entre los municipios, hasta llegar a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales conocida como "Barranca del Conde".

Coordenadas de inicio y fin: 19°09'42.86"N 98°20'11.03"W y 19°09'65.90"N 98°23'98.16"W

### 2.2.2. Uso de suelo del predio

Puebla se caracteriza por tener suelos agrícolas, forestales y urbanos. A continuación, se muestra la clasificación de los principales (Tabla 2.2.):

Tabla 2.2. Clasificación de uso de suelo

| USO DE SUELO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Habitacional | Se clasifica por densidades (baja, media, alta) y si es de tip social, medio o residencial |
| Comercial y de servicios | Se refiere a negocios, oficinas o establecimientos de atenció al público |
| Industrial | Se refiere a las zonas destinadas a producción, manufactura logística, diseñadas con infraestructura especializada |
| Uso Mixto | Permite la combinación de vivienda con comercio o servicio en un mismo predio |
| Agrícola | Se utilizan para cultivo temporal y riego |

| | |
|---|---|
| Conservación, protección forestal | Zonas de concentración total o parcial de árboles y vegetació incluyendo la conservación de la vida silvestre y los servicio ambientales que se asocian con el aprovechamient sustentable de los ecosistemas |

Están regulados a través de Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU), que se utilizan como herramienta técnica y jurídica para establecer políticas de desarrollo, vivienda, medio ambiente, densidades de construcción, movilidad y mejora de servicios, con el objetivo de alcanzar un ordenamiento territorial, ecológico e hídrico sostenible; además, destacan zonas con Coeficientes de Ocupación de Suelo (COS) variables. Por lo anterior, la infraestructura proyectada se realizará sobre vialidades, siguiendo las condiciones topográficas actuales en la zona del proyecto.



## 2.3. Etapas de preparación del sitio y construcción

Para la preparación del sitio y construcción, se consideran las siguientes etapas y actividades donde se realizará el proyecto:

### Trazado y Topografía:

- Establecimiento de ejes: Con el equipo topográfico se definirá el eje de la tubería, las cotas de diseño para definir los niveles de profundidad, con ayuda de herramientas de precisión
- Marcación de pozos: Se marcarán los puntos de las estructuras de los registros o pozos de visita

### Preparación del sitio:

- Señalamiento y cercado de las zonas de trabajo
- Limpieza y trazo en la zona de trabajo
- Desbroce por medios manuales
- Excavaciones
- Carga y acarreo de material
- Uso de maquinaria y camiones de volteo para retiro de tierra y/o residuos de vegetación del sitio

### Construcción:

- Cortes con cierra en pavimentos
- Demolición de pavimentos de concreto por medios mecánicos
- Excavación a mano para formación de zanjas en terreno secos y saturados
- Excavación por medios mecánicos para formación de zanjas en terrenos secos y saturados
- Realización de camas de arena para asiento de tuberías

- Suministro de tuberías y fontanería
- Pruebas hidrostáticas en tuberías
- Relleno de zanjas que alojarán tuberías
- Construcción de tapas de pozos de visita
- Construcción de pozos de visita
- Acarreo de materiales producto de excavación y demolición



### 2.3.1. Preparación del terreno

El proyecto en cuestión se realizará en los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, en el Estado de Puebla", por lo que se estarán realizando las siguientes actividades durante la construcción del colector de aguas residuales:

1. Limpieza y trazo en el área de trabajo
2. Desyerbe por medios manuales
3. Despalme
4. Excavación

El proyecto se construirá en la parte media de la vialidad de la zona urbana, zona industrial, zona agrícola, y paralela al eje del Río Atoyac, por lo que se deberá considerar la remoción de la vegetación que se encuentra cercana al río, que en su mayoría corresponde a higuerilla.

### 2.3.2. Equipo que será utilizado

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizará la maquinaria, vehículos y herramientas que se enlistan a continuación:

- Camioneta tipo Pick Up para transportar los señalamientos que servirán como protección de la obra
- Camión de redilas
- Cortadora de concreto y asfalto, para delimitar las zonas donde se desarrollarán las actividades del proyecto de instalación de tuberías
- Taladro demoledor para llevar a cabo la ruptura de asfalto y concreto
- Pico y pala, para llevar la excavación de forma manual
- Retroexcavadora (mano de chango) para llevar a cabo excavaciones por medios mecánicos
- Cargador frontal
- Camión de volteo de 6 $m^3$ para traslado de material producto de demolición y excavación, así como para suministro de material de banco para relleno en zanjas

- Compactadora (bailarina) para realizar el encostillado de las tuberías a instalar
- Rodillo compactador liso para compactación de carpeta asfáltica
- Compactador neumático
- Planta generadora de energía eléctrica

### 2.3.3. Materiales

A continuación, se enlistan los materiales que se van a utilizar para la etapa de preparación y construcción:



- Barreras de protección vial, trafitambos y malla para construcción.
- Tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD).
- Fontanería de fierro fundido, en caso de ser necesario.
- Material producto de banco (Tepetate) para relleno de zanjas.
- Tabique recocido para construcción de las tapas de los pozos de visita
- Concreto hidráulico para elaboración de las tapas de los pozos de visita
- Carpeta asfáltica para reposición en la zona del proyecto

Los materiales ya mencionados deberán ser trasladados al sitio de la obra mediante camiones de volteo de 6 $m^3$ de capacidad, considerando la cantidad o el volumen de cada uno de los materiales que a continuación se enlistan:

- Barreras de protección vial, trafitambos y malla para construcción: 100 piezas para la barrera de protección vial, 150 a 200 piezas para los trafitambos y 67,122 metros de malla (considerando ambos lados)
- Tubería de PEAD (polietileno de alta densidad): 34,568 metros (considerando un margen de desperdicio del 2-3%)
- Material producto de banco para relleno de zanjas: 70,478 $m^3$ (considerando un factor de abundamiento y compactación del 20-25%)
- Tabique recocido para construcción de las tapas de los pozos de visita: 800 $m^2$
- Concreto hidráulico para elaboración de pozos de visita: 1800 $m^3$
- Carpeta asfáltica para reposición en la zona del proyecto: 5,034 $m^3$

### 2.3.4. Obras y servicios de apoyo

Será necesario contar con una residencia o campamento para la estancia del personal que se contratará para el resguardo de la maquinaria que será utilizada por la empresa constructora.

Con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva, será necesario contar con recipientes de cierre hermético para la recolección de basura, la cual deberá ser transportada diariamente al lugar que

designen las autoridades correspondientes. El agua para para consumo humado será de botella y se deberán tener contenedores para depositarlos. Así mismo, se deberá contar con sanitarios portátiles con un adecuado mantenimiento para evitar la defecación al aire libre del personal que participe en la obra y de esta forma, disminuir los riesgos de infecciones intestinales.

### 2.3.5. Personal a ser utilizado

El personal que será empleado estará a cargo de la empresa que ejecute la obra y de su capacidad para solventar diferentes frentes de trabajo.



La contratación del personal se realizará de preferencia en las zonas aledañas al proyecto, con la finalidad de que su contratación no impacte con el crecimiento en los precios de los productos y servicios, el personal deberá tener diferente nivel de especialización para las actividades a desarrollar, en la siguiente tabla (Tabla 2.3) se presenta en forma preliminar el personal a emplear en los trabajos, el cual puede variar dependiendo de las condiciones de avance de la obra:

Tabla 2.3. Personal requerido

| PERSONAL REQUERIDO | CANTIDAD |
|---|---|
| Ingeniero supervisor de obra | 3 |
| Ingeniero residente | 3 |
| Ingeniero auxiliar | 3 |
| Operador de retroexcavadora | 3 |
| Operador cargador frontal | 3 |
| Operador de camión | 9 |
| Operador de revolvedora | 3 |
| Operador de pipa | 3 |
| Albañil | 21 |
| Ayudante de oficial | 21 |
| Ayudantes generales | 21 |
| Fierrero | 5 |
| Vigilantes | 8 |
| Total de Personal | 106 |

### Consideraciones estratégicas

Por el tipo de obra se recomienda el requerimiento de al menos un Técnico en Seguridad e Higiene para vigilar los riesgos de trabajo que pudieran presentarse durante el proceso de construcción

Cuadrilla Especializada de Cruce por aquellos puntos en los que el colector cruza con vialidades principales (Autopista y Vías Ferroviarias), por lo que deberán incorporarse los siguientes perfiles:

- Ingeniero Especialista en Cruces/Topógrafo (2): El control de niveles en una autopista debe ser milimétrico para evitar asentamientos en la carpeta asfáltica de la vía superior
- Operadores de Equipo de Perforación/Hincado (2): En caso de que el cruce se realice mediante *Pipe Jacking* (hincado) para no abrir la carretera, serán necesarios operadores con experiencia en gatos hidráulicos y tuneladoras ligeras
- Bandereros y Personal de Seguridad Vial (4 a 6 adicionales): Para este tipo de construcciones que involucran cruce con vialidades importantes, se exige personal dedicado exclusivamente a la señalización y control de tráfico en la zona de influencia del cruce, incluso cuando la obra sea subterránea
- Soldadores calificados (2): Usualmente, los cruces de autopista necesitan una tubería de acero como protección que envuelve a la de PEAD, por lo que se requiere soldadura profesional certificada



Con estas consideraciones, la plantilla de personal requerido debería subir aproximadamente a 116 o 118 personas

### 2.3.6. Requerimientos de energía

- Electricidad: Para el proyecto será necesario contar con plantas generadoras a base de combustible
- Combustible: Para cada etapa del presente proyecto, se utilizará gasolina para la operación de vehículos, tanto para transporte de trabajadores como de equipos menores; para la operación de maquinaria y vehículos de traslado de materiales, se utilizará diésel

La fuente de suministro de estos combustibles será las estaciones de servicio de PEMEX que se encuentren cerca de las zonas de trabajo; en el caso de los vehículos, estos se trasladarán a los sitios para abastecerse; para el caso de las maquinarias, se deberá trasladar el diésel en contenedores de manera que pueda ser empleado en el sitio del proyecto. El manejo de este combustible deberá contemplar las recomendaciones de las hojas de seguridad, emitidas por PEMEX.

### 2.3.7. Requerimiento de agua

El agua potable requerida para cada etapa del proyecto será utilizada principalmente en las actividades de relleno de las zanjas y en las pruebas hidrostáticas de las tuberías de PEAD. Para desarrollar estas actividades, será necesaria la utilización de pipas para el suministro a las zonas de trabajo y será almacenada en recipientes con un volumen adecuado para disposición inmediata.

### 2.3.8. Residuos generados

En cada etapa, los residuos sólidos en este tipo de proyectos suelen ser:

Residuos inorgánicos

- Desperdicios de materiales de construcción

Residuos orgánicos

- Desperdicios de comida por consumo de alimentos

Los residuos de la construcción, al ser de manejo especial, deberán ser colocados en sitios autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial (SMADSOT), para recibir y transportar escombro, cascajo, material de demolición y excavación.

A continuación, se presentan algunas opciones:



- Valero Banco de Tiro Puebla
- Trituradora San Jerónimo
- Gee Ambiental
- PASA Operaciones
- Predio La Loma y Xaxalpa

### 2.3.9. Emisiones a la atmósfera

Debido a las actividades que se realizarán con maquinaria y vehículos como camiones de volteo, se generarán emisiones que provocan afectaciones en la atmósfera, es decir, gases y humo provenientes de motores diésel o gasolina.

Los principales contaminantes que se van a presentar son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NO)
- Óxidos de azufre (SO)
- Hidrocarburos (HC)

Para mitigar el impacto generado en la atmósfera, se recomienda que para la construcción del proyecto se establezca un programa de mantenimiento preventivo, con el fin de reducir la emisión de gases. Este programa está función de cada equipo y de su uso; así mismo, es importante que todos los camiones cumplan con el programa de verificación del Estado de Puebla, para garantizar que se encuentran en óptimas condiciones y contribuya a la reducción de emisiones. En el caso de la maquinaria, se recomendará solicitar y verificar que los operadores apaguen los motores cuando no sea utilizada.

### 2.3.10. Generación de ruido

Durante la etapa de construcción, se tomarán en cuenta jornadas laborales de 8 horas, para que el personal no esté en riesgo de salud auditiva, conforme a los límites máximos permisibles de exposición a un ruido estable, inestable o impulsivo, como lo indica la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido”.

Además, de la norma que ya se mencionó, la norma principal en México es la NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de ruido en diferentes horarios. El uso de la maquinaria generará las siguientes intensidades de ruido (Tabla 2.4):

Tabla 2.4. Intensidad de ruido en vehículos, maquinaria y herramienta

| EQUIPO | NIVEL DE RUIDO (dB) |
|---|---|
| Camioneta tipo Pick Up | 70 |
| Camión de redilas | 70 |
| Cortadora de concreto y asfalto | 75 |
| Taladro demoledor | 90 |
| Pico y pala | 15 |
| Retroexcavadora | 90 |
| Cargador frontal | 80 |
| Camión de volteo de 6 $m^3$ | 80 |
| Compactadora (bailarina) | 85 |
| Rodillo compactador liso | 80 |
| Compactador neumático | 75 |
| Planta generadora de energía eléctrica | 90 |



Es preciso mencionar que el ruido generado por los equipos cumple con los límites máximos permisibles para el horario de 6:00 a 22:00 horas.

### 2.3.11. Generación de aguas residuales

Los residuos que se generarán son por el uso de los baños portátiles, los cuales serán responsabilidad de la empresa constructora o la empresa con la que se adquirirá la renta de los baños; sin embargo, los residuos deberán ser manejados y dispuestos en el alcantarillado sanitario y deberán cumplir la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

En cuanto a la infraestructura de apoyo, si se emplea en alguna residencia, campamento, talleres de reparación o bodegas, esta será de fácil desmantelamiento con la finalidad de que, al concluir los trabajos de construcción del proyecto, esta infraestructura sea retirada y el sitio se mantenga libre, limpio y sin obstrucciones.

### 2.3.12. Medidas de seguridad y planes de emergencia

Para la ejecución de los trabajos será necesario implementar medidas de seguridad, por lo que se deberá desarrollar un plan de emergencia, a fin de contar con una política de seguridad que implique realizar labores de forma segura e higiénica para los trabajadores y garantizar la salvaguarda de su integridad.

El plan deberá cumplirse y, a su vez, podrá ser ampliado, detallado por la empresa que desarrolle la obra y será previamente aprobado por la supervisión del proyecto y las autoridades correspondientes.

Medidas de seguridad:

- Mantener condiciones sanitarias óptimas para cumplir con los reglamentos necesarios.
- Contar con un botiquín de primeros auxilios, conteniendo lo necesario para atender una emergencia, tanto vendajes como desinfectantes y medicamentos.
- Eliminar todos los desperdicios y materiales sujetos a putrefacción de manera inmediata.
- En la obra se deberá contar con un sanitario portátil por cada 10 trabajadores.
- Se implementará una velocidad límite dentro del área de proyecto y será obligatorio respetar dichas instrucciones mediante señalamientos verticales, los operadores acreditados deberán tener su licencia de conducir en vigencia y cuando conduzcan deben de usar cinturón de seguridad.
- Los ayudantes o pasajeros no deberán de abordar o descender de los vehículos cuando estén en movimiento.
- Los vehículos que tengan el sistema de escape defectuoso no deberán operar en el área de proyecto, debido a los niveles altos de ruido que generan.
- Todos los vehículos y maquinaria que se empleen para transportar a trabajadores o equipo deberán estar en perfectas condiciones.
- Todos los trabajadores deberán cumplir con el equipo de seguridad establecido en las normas de seguridad, para evitar accidentes.
- Cada día se les deberá indicar a los trabajadores el uso importante de su equipo de seguridad.
- Los trabajadores, supervisores y visitantes, estarán sujetos a los dos puntos anteriores.
- El sitio de la obra deberá de mantenerse en lo mayor de lo posible limpio de escombros y desperdicios.
- No se permitirá el acceso a las obras con armas, sustancias ilícitas y bebidas alcohólicas.
- No se permitirá el acceso a los sitios de las obras a ninguna personal que no se acredite su procedencia.
- Los accidentes registrados durante la elaboración del proyecto son exclusivamente responsabilidad de la empresa constructora.
- Se deberá realizar inspecciones periódicas en todos los frentes de trabajo.
- Está totalmente prohibido fumar todo el tiempo en los sitios destinados para el almacenamiento de combustible.
- Si se presenta algún incendio la empresa constructora será la encargada de llevar a cabo el desalojo del personal a su cargo.
- En las zonas de residencia y bodegas se deberá contar como mínimo de 3 extintores, en los equipos de almacenamiento principalmente deberá estar ubicado un extintor.
- Los vehículos y maquinaria empleada en la obra deberán contar con un extintor.
- Los combustibles y lubricantes deberán estar almacenados en una bodega se parada de las oficinas de residencia.
- Todos los trabajadores que manipulen combustibles deberán tener sus uniformes lavados frecuentemente.



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

## 2.4. Etapa de operación y mantenimiento

Consiste en una descripción general del tipo de servicios que brindará la infraestructura hidráulica.

### 2.4.1. Programa de operación

Una vez concluida la obra del Macro colector, se deberá realizar una inspección para verificar que no exista la presencia de fugas o grietas que lo pongan en riesgo estructural; por otra parte, para corroborar un buen funcionamiento en la conducción de las aguas residuales, periódicamente se deberán efectuar desazolves.



### 2.4.2. Recursos naturales del sitio que serán aprovechados

No se tiene contemplado algún recurso natural del sitio para el presente proyecto, debido a que las materias primas usadas en la obra serán transportadas al área de la obra, por ejemplo, para el caso de relleno de zanjas, el tepetate será extraído de un banco de materiales autorizado por la SMADSOT. El proyecto ejecutivo de dicha obra establece los requerimientos mínimos de calidad de todas las materias primas, lo que asegura que este material sea extraído de un banco de materiales, regulado por las dependencias correspondientes.

Para la etapa de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento, no se ocuparán recursos naturales.

### 2.4.3. Requerimientos de personal

El personal requerido en la etapa de operación y mantenimiento estará a cargo del Organismo Operador, quien, de acuerdo con sus necesidades y recursos, asignará a la gente para dichas actividades. Generalmente, para este tipo de actividades se emplea al personal como se muestra a continuación (Tabla 2.5):

Tabla 2.5. Personal requerido para operación y mantenimiento

| PUESTO | CANTIDAD |
|---|---|
| Encargado de equipos de desazolve | 2 |
| Operadores | 6 |

### 2.4.4. Materias primas e insumos por fase de proceso

Para el presente proyecto, no se usarán sustancias o materias primas en la etapa que corresponde a operación y mantenimiento del colector.

### 2.4.5. Forma y características de transportación y de almacenamiento de materias primas, productos finales, subproductos y combustibles

No aplica para esta etapa.

### 2.4.6. Requerimientos de energía

No aplica para esta etapa.

### 2.4.7. Electricidad. Indicar voltaje y fuente de aprovechamiento

No aplica para esta etapa.



### 2.4.8. Combustible. Indicar tipo y consumo semanal y mensual

En este proyecto no se empleará ningún tipo de combustible ya sea gasolina o diésel, debido a que el colector operará por gravedad.

### 2.4.9. Requerimientos de agua

No aplica para esta etapa.

### 2.4.10. Contaminantes al ambiente

Para la etapa de operación y mantenimiento, se deberá considerar que el personal a cargo tenga conocimiento y actitud para realizar la recolección de residuos orgánicos e inorgánicos que se presenten en su zona de trabajo.

### 2.4.11. Emisiones a la atmósfera

Para la operación no se presentarán contaminantes en la atmósfera.

### 2.4.12. Descargas de aguas residuales

En el presente proyecto solo se presentarán descargas al sistema de alcantarillado sanitario en el rebombeo y en el tanque de almacenamiento, ya que estas estructuras deberán contar con sanitario para el personal que se encuentre laborando.

### 2.4.13. Residuos sólidos industriales

En este caso, se podrán considerar como contaminantes las refacciones de equipos de bombeo, lubricantes y aceites, es importante el manejo adecuado de estos residuos para evitar accidentes en las zonas de trabajo. Debido a que los residuos antes mencionados no se encuentran dentro de la clasificación de residuos peligrosos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, los residuos generados deberán ser dispuestos como residuos sólidos urbanos y, en su caso, las refacciones de metal dañadas podrán disponerse para ser recicladas.

Así mismo, los desperdicios de materiales de construcción resultantes de las reparaciones en la línea de conducción o en las redes de distribución de agua potable, deberán ser retirados inmediatamente y

desechados en la respectiva zona de tiro especificada en la sección 2.3.9 del presente estudio.

También se deberán reciclar los materiales de Tereftalato de polietileno (PET), metal, vidrio y recipientes de aluminio en las zonas de trabajo mediante contenedores para que posteriormente puedan ser recolectados por los camiones de limpia.

Residuos sólidos domésticos

Los residuos producto del desperdicio por consumo de alimentos como pueden ser verduras, cascaras de frutas, semillas, huesos, lácteos y residuos de jardinería serán destinados en un recipiente hermético para que posteriormente puedan ser recolectados por los camiones de limpia asignados por las autoridades.



### 2.4.14. En su caso, residuos agroquímicos

No aplica.

### 2.4.15. Generación de ruido

El único ruido generado durante la operación de los colectores es imperceptible; además, este nivel de ruido está por debajo de lo permitido, conforme a la NOM-011-STPS-2001 (Tabla 2.6)

Tabla 2.6. Límite máximo permitido de exposición de ruido

| NER | TMPE |
|---|---|
| 90 dB(A) | 8 HORAS |
| 93 dB(A) | 4 HORAS |
| 96 dB(A) | 2 HORAS |
| 99 dB(A) | 1 HORA |
| 102 dB(A) | 30 MINUTOS |
| 105 dB(A) | 15 MINUTOS |

### 2.4.16. Medidas de seguridad y planes de emergencia

Es importante laborar en una zona totalmente segura, por lo que tendrán que seguir las indicaciones al realizar los desazolves de los colectores:

- Inspección Previa: Realizar una evaluación completa del sistema para localizar la obstrucción
- Equipo Adecuado: Utilizar mangueras de alta presión para remover sólidos y garantizar la limpieza completa de tuberías. En interiores, se recomienda usar equipos eléctricos (guías o sondas) para evitar daños, aseguran en esta guía práctica sobre limpieza de drenajes en casas.
- Limpieza de Trampas de Grasa: Desazolvar trampas de grasa mensualmente para prevenir

calcificación

- Uso de Agua Caliente y Productos Naturales: Para obstrucciones menores, utilizar agua caliente con bicarbonato y vinagre, tal como se muestra en este video de YouTube.
- Seguridad Personal: Usar equipo de protección personal (EPP) y, de preferencia, contratar profesionales para alcantarillas de difícil acceso

El personal que maneje equipo eléctrico deberá contar con equipo básico de protección, el cual consta de los siguientes elementos:



- Casco protector
- Guantes dieléctricos o de piel
- Botas dieléctricas
- Tarima aislante
- Equipo de protección auditiva y visual
- Extinguidor
- Herramientas aisladas

## 2.5. Etapa de abandono de sitio

Como las estructuras son para el desalojo de aguas residuales y debido que estas estarán en funcionamiento indefinido, no existirá como tal una etapa de abandono del sitio, es decir, el fin del periodo de diseño de las obras será el inicio de un proyecto de rehabilitación.

### 2.5.1. Estimación de vida útil

La estimación del presente proyecto es la que se muestra a continuación (Tabla 2.7):

Tabla 2.7. Estimación de vida útil

| ESTRUCTURA | VIDA ÚTIL EVALUACIÓN | VIDA ÚTIL OPERACIÓN |
|---|---|---|
| Macro colectores | 20 años | Indefinida |

### 2.5.2. Programas de restauración ambiental del área

En lo que refiere a las áreas que se afectarán, el presente proyecto abarcará zona urbana (que no tendrá afectaciones en cuanto a flora y fauna), zona de parcelas (donde se cuenta con vialidad y tampoco se considera afectación en la flora y fauna) y un tramo en el eje del Río Atoyac, donde se encuentran algunos árboles como sauces y ahuehuetes en el margen de este río, además de fauna como pequeños mamíferos (tlacuaches, ardillas, roedores), aves e insectos.

Con base en el Programa Nacional de Restauración Ambiental (PNRA) 2025- 2030, que pretende revertir la degradación de ecosistemas clave, y se fundamenta en el derecho humano de un ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas.

Se deberán contemplar acciones que favorezcan la restauración ecológica, remediación de sitios contaminados y saneamiento forestal, a través del Programa de Restauración y Compensación Ambiental, que se enfoca en la recuperación de áreas dañadas y de la funcionalidad de los ecosistemas que contribuyen al mejoramiento de la calidad del agua.



### 2.5.3. Planes de uso del área afectada al concluir la vida útil del Proyecto

Debido a que el proyecto se realizará para brindar un servicio de saneamiento, los sitios de proyecto al concluir su vida útil, deberán ser reacondicionados para continuar con la operación y mantener el servicio.

### 2.5.4. Responsables de la restauración y mantenimiento

Los responsables de la restauración y mantenimiento de las estructuras, una vez que concluya su tiempo de vida útil, serán la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Puebla, en coordinación con los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango, Cuautlancingo.

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

Este capítulo contiene una cuidadosa revisión de las leyes, reglamentos federales y ordenamientos ecológicos, que permiten identificar y analizar el vínculo entre el Marco Legal con el presente proyecto, acorde a lo establecido en los instrumentos jurídicos correspondientes y aplicables en materia ambiental, para que haya cumplimiento y regulación del uso de suelo en el desarrollo del Macro colector.



Para el desarrollo de este capítulo, fue necesario revisar, identificar y analizar diversas fuentes de información referentes a los instrumentos regulatorios que se encargan de establecer aspectos normativos de cumplimiento en los 3 órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal), que se vinculan con el proyecto. La descripción que a continuación se presenta, es con el objetivo de conocer, definir y cumplir con los lineamientos que se requieren seguir durante la ejecución del Macro colector, para asegurar su afinidad y cumplimiento.

## 3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 4.- [...] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y su bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho [...]

Vinculación: Uno de los objetivos estratégicos de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla consiste en garantizar los servicios de saneamiento para la población de Puebla. Por esta razón, la construcción del Macro colector que abarca los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronando y Cuautlancingo es imprescindible para mejorar la calidad de vida y de salud de los habitantes, así como evitar la contaminación del suelo por las aguas residuales que son vertidas a los afluentes del Río Atoyac y se conducen a cielo abierto.

Artículo 27.- Son propiedad de la Nación los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional.

Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten las entidades federativas.

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

*Fracción VI.* Las entidades federativas, lo mismo que los Municipios de toda la República, tendrán plena capacidad para adquirir y poseer todos los bienes raíces necesarios para los servicios públicos.

**Vinculación:** Toda vez que gran parte del trazo del Macrocolector está proyectado en paralelo al Río Atoyac, ya que atraviesa el municipio de San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, es competencia de la autoridad federal en materia ambiental, evaluar el proyecto, considerando que tiene ocupación de zona por ser cuerpo de agua superficial que cruza fronteras estatales (Puebla y Tlaxcala).

## 3.2. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es el instrumento de política ambiental que se encarga de regular el uso de suelo y las actividades productivas, con un alcance a nivel nacional. Tiene como objetivo principal lograr un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, lo que permite indicar dónde es factible desarrollar proyectos (agrícolas, urbanos o industriales) sin comprometer la estabilidad ecológica; ayuda a evitar conflictos entre distintos sectores, como el minero vs el forestal, por ejemplo, ya que se establecen reglas claras desde el inicio; e identifica zonas vulnerables a fenómenos naturales para restringir asentamientos humanos o infraestructuras críticas.



### 1. Regionalización Ecológica

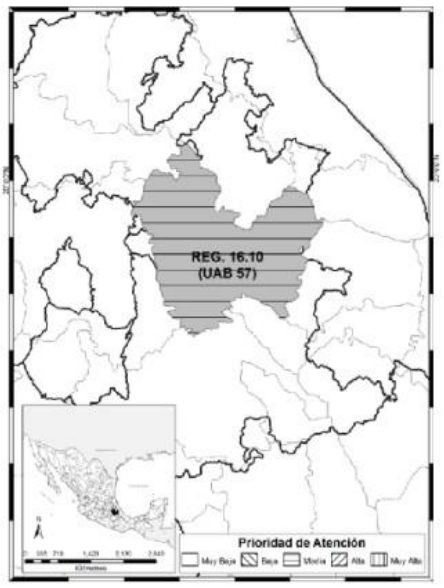
La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio, se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

(Fuente: ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, con fecha del 7 de septiembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación)

El Macro colector está proyectado en los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, por lo que se ubica dentro de la Región Ecológica 16.10, UAB57, que describe las siguientes características (Figura 3.1.):

Figura 3.1. Región ecológica en la que se ubica el proyecto.






**REGION ECOLOGICA: 16.10**
**Unidad Ambiental Biofísica que la compone:**
**57**. Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)

**Localización:**
Sureste de Hidalgo. Centro, norte, sur y este de Tlaxcala, Centro occidente de Veracruz. Centro norte de Puebla

| **Superficie en Km²:** | **Población Total:** | **Población Indígena:** |
|---|---|---|
| 12,108.51 Km² | 4,232,937 hab | Sierra Norte de Puebla y Totonacapan |

| | |
|---|---|
| **Estado Actual del Medio Ambiente 2008:** | **Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 66.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. |

Fuente: DOF. Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio



## Lineamientos y estrategias ecológicas.

Son los instrumentos técnicos y normativos que orientan cómo deben utilizar el territorio para proteger el medio ambiente y aprovechar los recursos naturales de manera sustentable. Se encuentran dentro de los Programas de Ordenamiento Ecológico ayudan a trazar la ruta para decidir qué actividades son permitidas en un área específica, por lo que se integran tres pilares fundamentales:

- Acciones Técnicas: Reforestación, tratamiento de aguas residuales, rotación de cultivos o manejo de suelo
- Gestión y Normatividad: Creación de reglamentos locales, vigilancia y monitoreo ambiental
- Educación y Participación: Programas para que la comunidad y las empresas entiendan y respeten las limitaciones del territorio

Para el presente proyecto, se considera dentro de los lineamientos de esta región ecológica, la siguiente

sección:

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

C) Agua y saneamiento:

- Estrategia 28: Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
  Acciones: Promover el mejoramiento del saneamiento de las aguas residuales de las poblaciones.
- Estrategia 29: Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
  Acciones: Fomentar y promover el mantenimiento y la ampliación de una red de infraestructura de captación, almacenamiento y distribución, evitando el desvío o modificación de cauces.



**Vinculación:** Al ejecutarse el proyecto, la instalación de tuberías mejorará el manejo del agua residual; a su vez, contribuirá a mejorar la calidad de vida de las poblaciones beneficiadas por el proyecto en cuestión, toda vez que en el proceso de instalación se determina la hermeticidad de la tubería, evitando la contaminación de los cauces naturales en la etapa de operación durante su conducción por la línea del Macro colector.

## 3.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

**Artículo 1.** Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico. Así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I) Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

III) La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.

V) El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua, y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

VI) La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

**Vinculación:** La construcción del colector residual promoverá un incremento favorable en las condiciones higiénicas y ambientales, reduciendo factores de riesgo como focos de infección y mejorando la calidad ambiental, así como el aumento de infraestructura para el saneamiento del Río Atoyac.

**Artículo 5.** "Son Facultades de la Federación":

X). La evaluación del Impacto Ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

XI). La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la reservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna, y los demás recursos naturales de su competencia.

Vinculación: El presente proyecto cumple adecuadamente con esta medida, ya que desarrolla los estudios necesarios para la integración del presente documento y realizar la solicitud de la evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental

Artículo 15. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:



I) Los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y de su equilibrio dependen la vida y las

posibilidades productivas del país.

II) Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico.

IV) Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a

prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

VI) La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.

XII) Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes tomarán las medidas para garantizar ese derecho.

XVI) El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos son elementos fundamentales para elevar la calidad de vida de la población.

Vinculación: La construcción del Macro colector se realizará tomando en cuenta la importancia del impacto y cuidado del medio ambiente, aplicando cada una de las medidas de mitigación propuesta en el presente estudio. La realización de este proyecto contribuirá de manera directa a cuidar los recursos hídricos y edáficos, ya que la gestión, manejo, conducción y tratamiento del agua residual evitará que sean vertidas en los cuerpos de agua cercanos, impidiendo la contaminación del suelo y subsuelo por la filtración del agua residual. Además, durante la ejecución de la rehabilitación de la red de alcantarillado sanitario, se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en las normas en materia ambiental aplicable.

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

X) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con

el mar, así como en sus litorales o zonas federales.



Vinculación: La obra del colector residual es aplicable a obras hidráulicas, ya que se desarrollará en la zona federal del Río Atoyac por la ocupación de la tubería.

Artículo 88. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:
V) La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

Vinculación: El agua residual proveniente de los municipios involucrados en el presente proyecto será conducida a través del colector residual para dirigirse hacia la planta de tratamiento de aguas residuales más cercana (Barranca del Conde) y evitar la descarga directa al cuerpo de agua superficial conocido como Río Atoyac.

Artículo 120. Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local:

I) Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas.

Vinculación: La principal función del colector residual es reunir las aguas residuales generadas en una determinada zona y evitar la contaminación de los cuerpos de agua superficiales con las descargas directas a los cuerpos de agua cercanos a la zona.

Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

Vinculación: El colector residual dirigirá el agua a la planta de tratamiento de aguas residuales conocida como “Barranca del Conde”, con el propósito de evitar la descarga directa a un cuerpo de agua, sin previo proceso de tratamiento.

Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes

criterios:

II) Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.

II) Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales;

incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.



**Vinculación:** Se realizará un plan de manejo integral de los residuos que se generen durante la construcción del colector residual y se contratará a empresas autorizadas para su manejo, transporte y correcta disposición final.

**Artículo 136**. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo.

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.

III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación.

IV. Riesgos y problemas de salud

**Vinculación:** Se cumplirá con el mantenimiento del equipo y maquinaria. En el caso del suministro de aceite a la maquinaria, se colocarán recipientes como bandejas o plásticos que eviten el contacto directo y la contaminación del suelo.

**Artículo 150.** Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá, según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

**Vinculación:** En caso de que durante el proyecto de construcción se generen residuos peligrosos, se contratará un prestador de servicios que recolecte, transporte y disponga adecuadamente de los residuos y que cuente con su respectivo registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asimismo, se implementará un Plan de Manejo Integral de Residuos, manteniendo los registros de la empresa contratada para el transporte y disposición (bitácora y manifiesto) que estarán disponibles en todo momento.

**Artículo 151.** La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas,

la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen o reciclen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley. En las autorizaciones para el establecimiento de confinamientos de residuos peligrosos, sólo se incluirán los residuos que no puedan ser técnica y económicamente sujetos de reúso, reciclamiento o destrucción térmica o físico química, y no se permitirá el confinamiento de residuos peligrosos en estado líquido.

**Vinculación:** En caso de generación de residuos peligrosos durante la construcción del colector residual, se implementará un Plan de Manejo Integral de Residuos, llevando los registros de la empresa contratada que esté autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para el transporte y disposición (bitácora y manifiesto), que estarán disponibles en todo momento.



## 3.4. Ley de Aguas Nacionales

**Artículo 3.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

XLVII) "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "La Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de al menos 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

**Vinculación:** El Macrocolector tiene mayormente un trazo proyectado para su construcción de forma paralela al Río Atoyac, el cual atraviesa los municipios de San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo y, debido a su cercanía con el cuerpo de agua superficial ya mencionado, se considera que el proyecto estará ubicado en zona federal, por lo que se vincula con la responsabilidad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para autorizar la Manifestación de Impacto Ambiental.

**Artículo 9.** "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

"La Comisión" tiene por objeto ejercer las atribuciones que le corresponden a la autoridad en materia hídrica y constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico.

En el ejercicio de sus atribuciones, "la Comisión" se organizará en dos modalidades:

a) El Nivel Nacional.

b) El Nivel Regional Hidrológico - Administrativo, a través de sus Organismos de Cuenca



Las atribuciones, funciones y actividades específicas en materia operativa, ejecutiva, administrativa y jurídica, relativas al ámbito Federal en materia de aguas nacionales y su gestión, se realizarán a través de los Organismos de Cuenca, con las salvedades asentadas en la presente Ley.

Son atribuciones de "la Comisión" en su Nivel Nacional, las siguientes:

XIV) Fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado; los de saneamiento, tratamiento y reúso de aguas; los de riego o drenaje y los de control de avenidas y protección contra inundaciones en los casos previstos en la fracción IX del presente Artículo; contratar, concesionar o descentralizar la prestación de los servicios que sean de su competencia o que así convenga con los Gobiernos Estatales y, por conducto de éstos, con los Municipales, o con terceros.

Vinculación: El compromiso de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla es implementar, mantener y rehabilitar la infraestructura de alcantarillado sanitario que mejore el saneamiento, tratamiento y reúso de las aguas.

Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, la Ciudad de México y los municipios, a través de las instancias correspondientes, las personas usuarias y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley.

El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y de la Ciudad de México para que estos últimos ejecuten determinados actos administrativos relacionados con la prevención y control de la contaminación de las aguas y responsabilidad por el daño ambiental, en los términos de lo que establece esta Ley y otros instrumentos jurídicos aplicables, para contribuir a la descentralización de la gestión de los recursos hídricos.

Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

a) Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar

las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior.

b) b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.

**Vinculación:** La construcción del Macro colector tiene como objetivo dirigir las aguas residuales generadas en los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, con destino hacia la PTAR, donde recibirá diversos procesos de tratamiento previo a su descarga a cuerpos de agua o, en su caso, posible aprovechamiento en diversos sectores productivos.



**Artículo 100.** "La Comisión" establecerá las normas o realizará las acciones necesarias para evitar que la construcción u operación de una obra que altere desfavorablemente las condiciones hidráulicas de una corriente o ponga en peligro la vida de las personas y la seguridad de sus bienes o de los ecosistemas vitales.

**Vinculación:** La construcción del Macro colector no modifica las condiciones hidráulicas del Río Atoyac, ni de los bienes y ecosistemas vitales, por lo que la implementación de las medidas de mitigación es vital para la ejecución del proyecto. Se precisa que no se intervendrá el cuerpo de agua, solo se colocará la tubería en la ocupación de la zona federal del Río Atoyac.

## 3.5. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

**Artículo 5°.** Para los efectos de esta Ley se entiende por:

**XXXIII.-**: Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

**Artículo 10.-** Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia;

**Vinculación:** En la ejecución del proyecto, se promoverá el manejo adecuado de los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto, por lo que se prevé utilizar equipo y materiales adecuados para recolectar y almacenar temporalmente los residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos que se generen y disponerlos en sitios autorizados conforme a la normatividad ambiental vigente.

**Artículo 28.-** Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.



Vinculación: La Dirección del proyecto contempla establecer la disposición adecuada de los residuos que considere las bases dictadas por estos ordenamientos, a fin de asegurar que no haya impactos ambientales significativos por esta actividad y dar cumplimiento a lo establecido en esta Ley.

Quinto. Capítulo I

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

Vinculación: En caso de que se generen residuos durante la construcción del colector residual, para el manejo de los residuos peligrosos, la empresa contratista se encargará de contratar a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y que cuente con los permisos necesarios para el manejo, traslado y disposición, la cual determinará si estos residuos cumplen con la normativa para ser utilizados como insumos en los procesos industriales.

Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Vinculación: En caso de que se generen residuos durante la construcción del colector residual, para el manejo de los residuos peligrosos, la empresa contratista se encargará de contratar a una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asimismo, se ejecutará un Plan de Manejo, según corresponda para llevar al corriente su seguimiento con la Ley, ya que la NOM-161-SEMARNAT-2011 en el anexo informativo, Listado de Residuos de Manejo Especial sujetos a Presentar un Plan de Manejo en su numeral VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 $m^3$, por lo que este proyecto implementará el Plan de Manejo.

## 3.6. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental

### Artículo 1, Capítulo 1

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.



**Vinculación:** El presente proyecto se reglamentará bajo la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, debido a su clasificación dentro de las actividades que regula la SEMARNAT por tratarse de una obra hidráulica y con ocupación de zona federal, por lo que se atenderá y dará un total apego a los artículos que se presentan en dicho documento baja la normatividad que le aplique.

### Artículo 5, Capitulo III

Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

**Vinculación:** Para el caso del Macro colector, una parte del trazo del proyecto tiene ocupación de la zona federal del Río Atoyac, por lo que se solicitará autorización en materia de impacto ambiental a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## 3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

**Artículo 2.** Todas las personas sin distinción de sexo, raza, etnia, edad, limitación física, orientación sexual, tienen derecho a vivir y disfrutar ciudades y Asentamientos Humanos en condiciones sustentables, resilientes, saludables, productivos, equitativos, justos, incluyentes, democráticos y seguros.

Las actividades que realice el estado mexicano para ordenar el territorio y los asentamientos humanos tienen que realizarse atendiendo al cumplimiento de las condiciones señaladas en el párrafo anterior.

Es obligación del Estado, a través de sus diferentes órdenes de gobierno, promover una cultura de corresponsabilidad cívica y social.

**Vinculación:** El enfoque de la construcción del Macro colector consiste en el aumento y mejora de las condiciones de vida de los habitantes y que garantice el acceso a un entorno sustentable, saludable, equitativo, democrático y seguro.

Artículo 4. La planeación, regulación y gestión de los asentamientos humanos, Centros de Población y la ordenación territorial, deben conducirse en apego a los siguientes principios de política pública:

I. Derecho a la ciudad. Garantizar a todos los habitantes de un Asentamiento Humano o Centros de Población el acceso a la vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios básicos, a partir de los derechos reconocidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los tratados internacionales suscritos por México en la materia;

Vinculación: La construcción del Macro colector garantizará a los habitantes mantener el acceso a infraestructura que mejore los servicios básicos.



## 3.8. Reglamento para la Protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido

Artículo 1.- El presente Reglamento es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales.

Vinculación: Se deberá dar seguimiento al cumplimiento ambiental referente al factor ruido, conforme a las medidas de atenuación y mitigación que permitan la realización de las actividades cotidianas de la población dentro de los parámetros normados, a través del Programa de Vigilancia Ambiental que se adhiera al presente documento.

## 3.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.

Vinculación: La adhesión a un plan de manejo establecido, se realizará de acuerdo con los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.

Los residuos peligrosos se almacenarán conforme a lo señalado por el artículo 83 del presente reglamento. Para mayor seguridad, en caso de residuos orgánicos, deberán ser colocados en los lugares señalados y mantener los contenedores o bolsas cerradas para evitar generación de fauna nociva; en caso de residuos inorgánicos, deberán ser separados para que sean llevados a reciclaje (si fuera el caso); o al tratarse de un residuo inflamable y tóxico, como lo son los aceites usados, se especificarán de manera clara y precisa las medidas de control y prevención para el manejo adecuado de las sustancias.

## 3.10. Planes o programas de desarrollo urbano

### 3.10.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla. Diagnóstico funcional del territorio.

Sistema Urbano Ambiental Sustentable (SUAS)

El Sistema Urbano Ambiental Sustentable es una estructura de planificación territorial que integra a diversos municipios y tiene como objetivo equilibrar el crecimiento urbano con la conservación ambiental, buscando un desarrollo sostenible que cubra las necesidades actuales sin comprometer a futuras generaciones.

Plan Municipal de Desarrollo

Tlaltenango



Eje 4. Infraestructura y Desarrollo Social para Tlaltenango

Programa 4.2. Ejecutar programas de ampliación y mejoramiento de los servicios que presta el Municipio. El Plan Municipal de Desarrollo está alineado con Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al abordar diferentes problemáticas locales, a través de programas de política pública diseñada para mejorar la calidad de vida y la infraestructura, en este caso.

ODS 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos

- 6.2. De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

San Miguel Xoxtla

Eje 5. Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

- Medio 5. Ampliar la cobertura y mejorar la calidad de servicios como agua potable, alcantarillado y alumbrado

  Fin 5. Mejor bienestar ciudadano y satisfacción con los servicios públicos municipales.

Coronango

Estrategia 4.1: Gobernanza Metropolitana, desarrollo urbano ordenado

Líneas de acción:

- 4.2.4. Construcción, ampliación, mantenimiento, equipamiento y rehabilitación de la red de drenaje y alcantarillado en el municipio.

Cuautlancingo

El Plan Municipal de Desarrollo está alineado con Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al abordar diferentes problemáticas locales, a través de programas de política pública diseñada para mejorar la calidad de vida y la infraestructura, en este caso.

- ODS 6. Agua limpia y saneamiento: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, así como el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos.

Vinculación: La construcción del Macro colector contribuirá a la ampliación de los servicios de saneamiento en cada uno de los municipios en los que está proyectado y mejorará la calidad de vida de las personas al no estar expuestas por aguas residuales a cielo abierto.



### 3.10.2. Estrategias y Programas de Ordenamiento Territorial

El ordenamiento territorial en los municipios involucrados en el presente proyecto se rige bajo una estructura jerárquica que busca equilibrar el crecimiento industrial y urbano con la conservación de los servicios ecosistémicos, especialmente en una zona de alta presión hídrica y desarrollo industrial.

A nivel federal y estatal, la planeación estratégica se basa en la integración de dos instrumentos principales:

- Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET), que determina dónde se puede realizar cada actividad según la fragilidad de los ecosistemas

- Planes de Desarrollo Urbano: Regulan el uso de suelo específico (habitacional, industrial, comercial).

Dentro de la planeación territorial del Estado de Puebla, Tlaltenango y San Miguel Xoxtla se agrupan en uno de los Subsistemas (SUBUS), en una unidad de gestión que prioriza el ordenamiento industrial y ambiental debido a su ubicación estratégica en el corredor México-Puebla, formando un núcleo operativo de la siguiente forma:

- Tlaltenango: Municipio colindante con vocación agrícola y de reserva
- San Miguel Xoxtla: Nodo logístico e industrial clave
- Coronango y Cuautlancingo: Socios directos en la gestión de servicios y crecimiento urbano

Dentro de la planeación territorial del Estado de Puebla, Tlaltenango y San Miguel Xoxtla se agrupan en uno de los Subsistemas (SUBUS), en una unidad de gestión que prioriza el ordenamiento industrial y ambiental debido a su ubicación estratégica en el corredor México-Puebla, formando un núcleo operativo de la siguiente forma:

Esta agrupación no es solo administrativa, ya que responde a necesidades técnicas compartidas que se detallan en los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, con las siguientes particularidades (Tabla 3.1):

Tabla 3.1. Estrategias relacionadas con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano

| ESTRATEGIA CLAVE | ALINEACIÓN SEMARNAT |
|---|---|
| Control de densificación urbana e industrial | Gestión de aguas residuales industriales y zonas de amortiguamiento |
| Preservación de zonas agrícolas y áreas re recarg | Protección de suelos tipo Regosol y Feozem para evitar erosión |
| Regulación del corredor industrial | Vigilancia de emisiones y manejo de residuos peligrosos |
| Ordenamiento de actividades primarias y transición urbana | Conservación de la biodiversidad local y manejo de microcuencas |



. Fuente: Elaboración propia

## 3.11. Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana **NOM-001-CONAGUA-2011**, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario- Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

Objetivo

- Establecer especificaciones mínimas de desempeño para los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, para asegurar la hermeticidad de éstos a largo plazo.

- Establecer las condiciones y métodos de prueba para asegurar una instalación hermética de los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario.

- Establecer las condiciones de operación y mantenimiento para garantizar una vida útil suficiente de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario.

**Aplicación:** Esta norma es de observancia obligatoria en el territorio nacional para:

Los fabricantes, importadores o comercializadores de los productos empleados en los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, y

Los responsables del diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario.

**Vinculación:** Se atenderán las especificaciones aplicables al proyecto de cada uno de los numerales de la presente norma; además, se registrarán las actividades realizadas y contarán con las actas y/o dictámenes que garanticen el cumplimiento de esta.

Norma Oficial Mexicana **NOM-161-SEMARNAT-2011**, que establece los criterios para clasificar los

Residuos de Manejo Especial (RME) y determina cuáles están sujetos a un Plan de Manejo. Aplica a residuos de procesos industriales, servicios o actividades comerciales que no son peligrosos ni sólidos urbanos.

Objetivos:

- Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión de otros Residuos de Manejo Especial, de conformidad con la fracción IX del artículo 19 de la Ley.
- Establecer los criterios para determinar los Residuos de Manejo Especial que estarán sujetos a Plan de Manejo y el Listado de los mismos.
- Establecer los criterios que deberán considerar las Entidades Federativas y sus Municipios para solicitar a la Secretaría la inclusión o exclusión del Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo.
- Establecer los elementos y procedimientos para la elaboración e implementación de los Planes de Manejo de Residuos de Manejo Especial.
- Establecer los procedimientos para que las Entidades Federativas y sus Municipios soliciten la inclusión o exclusión de Residuos de Manejo Especial del Listado de la presente Norma.



Aplicación: Esta Norma Oficial Mexicana es de carácter de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para:

3.1 Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial.

Vinculación: Se identificarán los residuos de manejo especial que puedan generarse por la ejecución de actividades consideradas en el proyecto, para ser colocados en los recipientes correspondientes, almacenados temporalmente y dispuestos de acuerdo con la legislación aplicable.

## 3.12. Otros instrumentos por considerar

### 3.12.1. Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental

Capítulo III. De los estudios de impacto y riesgo ambiental.

Sección Primera. Disposiciones comunes.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría un informe preventivo o una manifestación de impacto ambiental en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. Tratándose de actividades riesgosas se presentará además un estudio de riesgo ambiental.

La información que contenga el informe preventivo o manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes las guías para facilitar la presentación y entrega del informe preventivo y/o la manifestación de impacto ambiental y en su caso, del estudio de riesgo ambiental de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Periódico Oficial del Estado, en el mes de enero de cada año.



Vinculación: La Manifestación de Impacto Ambiental, la cual está desarrollada en modalidad particular, deberá ser presentada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, debido a que es un requisito indispensable para hacer de conocimiento qué impacto ambiental generará el proyecto del Macro colector en la zona de influencia y este sea evaluado. Así mismo, se identifica y determina que, al no haber actividades riesgosas, se omite la presentación del estudio de riesgo ambiental, toda vez que no es aplicable.

Sección Tercera. De la evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Artículo 27. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

Vinculación: El presente proyecto hace mención de las circunstancias ambientales relevantes en la zona de influencia, porque cumple con lo requerido para presentar la Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### 3.12.2. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

Título Tercero. Clasificación de los residuos.

Capítulo Único. Fines, criterios y bases generales.

Artículo 15. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos o reciclables y no reciclables con el objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, para procurar su reutilización y/o reciclaje de conformidad con esta Ley, su Reglamento y demás disposiciones jurídicas en la materia.

Vinculación: Estos residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción por el personal que estará laborando, debido a las actividades de alimentación y uso de sanitarios portátiles

Artículo 16. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, con excepción de aquéllos que resulten peligrosos:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

**Vinculación:** Se generarán residuos por el corte de concreto y de las excavaciones en zanja.

**Título Quinto**. Planes de Manejo.

**Capítulo II**. Formulación e instrumentación de los planes de manejo.

**Artículo 30**. Serán responsables de la formulación e instrumentación de los planes de manejo, según corresponda:



I.- Los productores, distribuidores y generadores de residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en el listado a que se refiere el artículo anterior y en el Reglamento de esta Ley; y

**Vinculación:** Se realizará el correspondiente Plan de Manejo de residuos de generados en la construcción, mantenimiento y demolición, que se presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Título Sexto.** De la prevención y gestión integral de los residuos

**Capítulo Único**.

**Artículo 39.** En relación con el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe:

Depositar o verter residuos de cualquier tipo o especie en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines;

Incinerar residuos a cielo abierto o en cualquier equipo de combustión como fuente fija o dar tratamiento a residuos sin la autorización correspondiente;

**Vinculación:** Se efectuará el manejo adecuado de los residuos generados durante el desarrollo de actividades del proyecto, por lo tanto, no se contrapondrá a lo estipulado en el presente artículo.

**Título Séptimo**. Del manejo integral de residuos

**Capítulo I**. Caracterización, acopio, recolección, transferencia, almacenamiento y transporte.

**Artículo 48.** El almacenamiento primario es aquel que realizan los generadores dentro del lugar de generación de los residuos previo a la recolección de los mismos, para ello deberán contar con las instalaciones apropiadas para tal fin, de acuerdo a las características que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

**Vinculación:** Durante la ejecución del proyecto, se colocarán contenedores para el almacenamiento de residuos sólidos urbanos, en el caso de residuos de manejo especial, estos serán depositados a los costados del área de trabajo, en tanto se realiza su transporte y disposición final.

**Artículo 51.** El transporte de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, a través del territorio del Estado, se realizará con la autorización correspondiente de las Autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia y tomando en cuenta:

Las condiciones necesarias para el transporte, dependiendo del tipo de residuos que se trate;

Las medidas de seguridad en el transporte, tanto para el medio ambiente como para la salud pública y de los ecosistemas; y

Las mejores rutas de transporte, dependiendo de los lugares de salida y destino de los residuos.



**Vinculación:** Se realizará la contratación de los transportistas de residuos de manejo especial, quienes deberán contar con la autorización correspondiente. Durante el transporte los residuos, estos se cubrirán con lona para evitar su caída o emisiones de polvo.

### 3.12.3. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

**Capítulo Tercero.** De la Subclasificación de los residuos.

**Artículo 7.** De conformidad con lo que señala el artículo 13 de la Ley, los residuos sólidos urbanos se subclasificarán de forma enunciativa más no limitativa, en:

I.- Residuos orgánicos:

a). - Desperdicio alimenticio, frutas, verduras, legumbres, café, cáscaras de huevo;

II.- Residuos inorgánicos:

a). - Papel y cartón: periódico, revistas, productos de papel;

b). - Vidrio: botellas y frascos;

c). - Plásticos: bolsas, envolturas, envases, empaques, embalajes;

d). - Metal: latas, tapaderas, corcholatas;

f). - Desechos sanitarios: papel sanitario, toallas sanitarias, pañales desechables y otros generados en higiene personal.

**Vinculación:** Los trabajadores durante la jornada laboral generarán residuos sólidos urbanos orgánicos e inorgánicos, por actividades de alimentación y uso de sanitarios portátiles.

**Capítulo Cuarto.** De los Planes de Manejo

**Artículo 10.** Los generadores sujetos al Plan de Manejo a que se refiere la Ley, son aquellos que en su conjunto producen o reúnen cantidades de 10 toneladas peso bruto, así como los que exceden dicha cantidad de forma anual de residuos, o los que en su caso generan cantidades de residuos igual o mayor

a 27 kilogramos día.

**Vinculación:** Debido a la naturaleza del proyecto, estima un volumen mayor de 27 kilogramos por día de residuos de construcción y demolición (restos de concreto y tierra producto de la excavación), motivo por el que se realizará el Plan de Manejo que refiere esta Ley.

### 3.12.4. Ley de Agua para el Estado de Puebla

Capítulo III. De la política hídrica y de la cultura del agua



**Artículo 5.** La política en el Estado se sustentará en lo siguiente:

I. Garantizar el acceso de cualquier persona a la disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible; así como definir las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, los municipios y la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

**Vinculación:** Al ejecutarse el proyecto, será un beneficio la infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales de la población del área de influencia, correspondiente a los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, contribuyendo con esta política.

# IV. Delimitación y justificación del área de influencia

## 4.1. Delimitación del área de influencia

La presente descripción abarca el área de influencia directa e indirecta del proyecto, definida por los límites geográficos, bióticos, abióticos y socioeconómicos. Este diagnóstico permitirá establecer la línea base ambiental necesaria para evaluar la capacidad de carga del ecosistema, frente al proyecto ya mencionado, junto con las actividades de construcción y operación.
Cabe mencionar que parte de las problemáticas se centra en una zona de alta transición industrial y urbana en la Cuenca del Alto Atoyac



## 4.2. Características físicas

La presente descripción abarca el área de influencia directa e indirecta del proyecto, definida por los límites geográficos, bióticos, abióticos y socioeconómicos. Este diagnóstico permitirá establecer la línea base ambiental necesaria para evaluar la capacidad de carga del ecosistema, frente al proyecto ya mencionado, junto con las actividades de construcción y operación. Cabe mencionar que parte de las problemáticas se centra en una zona de alta transición industrial y urbana en la Cuenca del Alto Atoyac.

### 4.2.1 Condiciones climatológicas

#### Tlaltenango

Presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano, variando según la altitud de la zona. Las temperaturas suelen ser moderadas, con veranos frescos e inviernos fríos, acompañados de alta humedad, con máximas promedio entre 22°C-25°C, y mínimas entre 6°c-10°C.

#### San Miguel Xoxtla

Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, característico de la región central del estado. La temperatura promedio anual es de aproximadamente 22°C, con máximas que pueden alcanzar los 26°C en los meses más cálidos y mínimas que descienden hasta 6°C en los meses más fríos.

#### Coronango

Presenta un clima templado. El clima está regulado por la altitud de la ciudad. Los inviernos son frescos con mañanas frías. En los meses más fríos (diciembre y enero) las máximas se sitúan entre los 15 °C a los 23 °C. Las mínimas suelen ser de entre los 10 °C a los 3 °C.

#### Cuautlancingo

Presenta un clima templado. El clima está regulado por la altitud de la ciudad. Los inviernos son frescos con mañanas frías. En los meses más fríos (diciembre y enero) las máximas se sitúan entre los 15 °C a los 23 °C, mientras que las mínimas suelen ser de entre los 10 °C a los 3 °C.

En general, el área de influencia cuenta con un clima templado subhúmedo como se muestra en la Figura 4.1. Además, cuenta con lluvias durante el verano, con una precipitación anual que ronda entre los 800-1000 mm.

Figura 4.1. Clima del área de influencia.



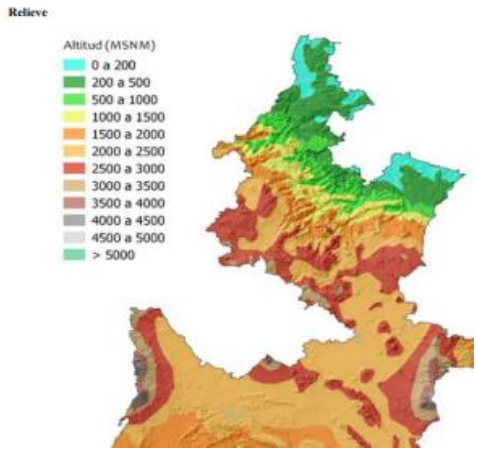

Fuente: CONABIO, 1998.



### 4.2.2. Geomorfología y relieve

Puebla se caracteriza por ser llanura pliocena con lomeríos bajos, con una altitud promedio de 2,100 m, conocida como Valle de Puebla. El sector oriental cuenta con una topografía plana, con un declive hacia el noreste y sur con pendientes menores a 2°. Esta uniformidad es interrumpida por elevaciones de diversas alturas (Figura 4.2):

Figura 4.2. Relieve de la zona de influencia.




Fuente: INEGI, 1990.

Hacia el norte, con una altitud de 4,420 m se ubica el volcán Malinche de edad Oligo-Mioceno. Su topografía está constituida por una meseta con cañadas labradas por las corrientes que descienden desde la estructura volcánica. Los materiales reconocidos son: boleos, arena, limo y en menor proporción arcillas.

Al sur, con una altitud de 2,500 m se ubica el cerro Nanahuachi, que forma parte de la Sierra del Aguacate y de la Sierra del Tentzo. En este cerro se reconocen calizas y material volcánico.

Al este, se ubican los cerros de Loreto y Guadalupe, Amalucan y Chachapa, que corresponden a zonas de fracturas de emisión, las cuales originaron derrames de basaltos andesíticos en forma de coladas, consolidadas y cubiertos de material volcánico fino.



Al sureste, se encuentra el cerro del Tepozúchil y el de Toltepec, que forman parte de un evento sedimentario mesozoico conformado por calizas, estratificadas y plegadas. Estos sedimentos fueron cubiertos por material ígneo cenozoico.

Al sur, se encuentra la Sierra del Tentzo, donde están los cerros Nanahuachi, El Cuezco, Gordo y Cuaxinca. Su morfología es de lomas y está compuesto de calizas (Cretácico) y andesitas (Terciario). Estas son cubiertas de material volcánico del Cuaternario.

Los límites del estado de Puebla comprenden áreas que corresponden a las siguientes regiones fisiográficas del país: Sierra Madre Oriental, que abarca el noroeste y llega hasta las inmediaciones de Teziutlán; Llanura Costera del Golfo Norte, en los extremos norte y noreste; Eje Neovolcánico, en el este, centro y oeste; y finalmente, Sierra Madre del Sur, en toda la zona meridional.

Estructuralmente, se presentan fallas geológicas importantes a nivel regional y local, que son:

Primarias: en un sistema en direcciones E-O y NE-SO, denominadas Zacamboxo, Clarión, Popocatépetl y Malinche

Secundarias: una en dirección E-O, que une los cerros de Loreto y Guadalupe, San Juan (La Paz) y Amalucan. La otra, tiene una dirección normal, que corre de los balnearios «Agua Azul» a «Rancho Colorado».

### 4.2.3. Tipos de suelo

La subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac se extiende de poniente a oriente, desde unos 35 km al occidente de Toluca, hasta Quimixtlán. Consta de sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que se alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres.

Las rocas más antiguas, se corresponden a una secuencia mesozoica, comprendida por rocas calcáreas, areniscas, conglomerados y lutitas. Las edades de estas rocas van desde el Jurásico hasta el Cretácico.

Se apoyan sobre rocas volcánicas cenozoicas (andesitas, tobas, basaltos, piroclastos) producto del intenso vulcanismo en la región. Las más jóvenes corresponden a secuencias vulcano-sedimentarias y depósitos de origen lacustre, así como también aluviones del Cuaternario.

Puebla se caracteriza por una gran diversidad edafológica, pero destaca el siguiente tipo de suelo en la zona de influencia:

Cambisoles: Son suelos jóvenes, que están moderadamente desarrollados y se caracterizan por la formación incipiente de un horizonte B cámbico (Cambio de color, estructura o contenido de arcilla respecto al material original).
Se encuentran comúnmente en paisajes inclinados o materiales resistentes, con buena textura y alto potencial agrícola, cubriendo el 12% de la superficie terrestre.

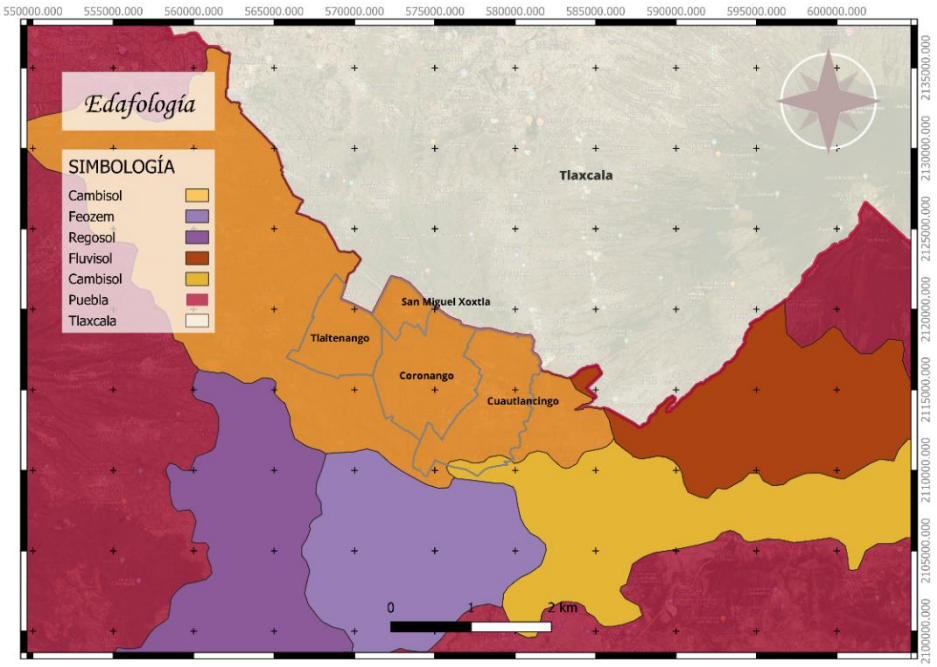


Características principales:

- Perfil Típico: Secuencia de horizontes A-B-C, con un horizonte B cámbico (pardo amarillento o rojizo)
- Textura y estructura: Generalmente franco-arcillosa, con buena estructura y porosidad
- Nutrientes y pH: Suelen tener buena fertilidad natural (especialmente los eutróficos con pH ligeramente ácido a neutro
- Ubicación: Comunes en regiones templadas y boreales, así como en áreas con alta erosión

Esto suelos son aptos para diversos cultivos (granos o frutales) gracias a su buena capacidad de agua y buen drenaje; sin embargo, tienen moderada a alta susceptibilidad a la erosión hídrica, especialmente en terrenos montañosos En la Figura 4.3. se muestra el suelo del área de influencia y los que se encuentran alrededor

Figura 4.3. Edafología del área de influencia




Elaboración propia



### 4.2.4. Hidrología y drenaje subterráneo

#### Tlaltenango

Principales cuerpos de agua:

- Río Atoyac: Es la corriente principal de la región. No cruza directamente el casco urbano, pero fluye muy cerca de su límite septentrional (al norte).
- Tlapalac y Xopanac: Dos canales que atraviesan la zona norte del municipio y se incorporan posteriormente al cauce del Río Atoyac.
- Manantial Almolo: Un ojo de agua considerado como sitio emblemático y fuente de agua limpia para el riego en Tlaltenango, aunque en los últimos años ha tenido afectaciones por problemas graves de sequía y contaminación.

#### San Miguel Xoxtla

Por la extensión territorial (aproximadamente 29.35 km²) y ubicación en una llanura aluvial, el municipio no cuenta con grandes ríos permanentes en su territorio inmediato.

Cuenca: Se encuentra dentro de la unidad de captación que alimenta escurrimientos hacia la cuenca alta del Río Atoyac.

Precipitación: El rango de precipitación anual es de 800 a 1,000 mm, concentrándose principalmente durante el verano (entre los meses de junio y septiembre).

La principal corriente más cercana de la ciudad de Xoxtla es el río Atoyac que recorre primero en sentido poniente – oriente por su extremo norte sirviendo en varios tramos de límite con los municipios de Cuautlancingo, San Andrés Cholula y Ocoyucan y luego cambia de dirección bruscamente hacia el este cruzando a través de la cuenca del Valsequillo donde había formado un cañón que era denominado Balcón del Diablo en el cual fue construido la Presa de Valsequillo, oficialmente denominada Manuel Ávila Camacho, que tiene 405 millones de m3 de capacidad y es el principal cuerpo de agua del municipio.

### Coronango



Río Atoyac es la principal corriente de la ciudad de Puebla, que recorre el municipio primero en sentido norte-sur por su extremo oeste sirviendo en varios tramos de límite con los municipios de Cuautlancingo, San Andrés Cholula y Ocoyucan y luego cambia de dirección bruscamente hacia el este cruzando a través de la cuenca del Valsequillo donde había formado un cañón que era denominado Balcón del Diablo en el cual fue construido la Presa de Valsequillo, oficialmente denominada Manuel Ávila Camacho, que tiene 405 millones de m3 de capacidad y es el principal cuerpo de agua del municipio.

### Cuautlancingo

Se define por su ubicación estratégica en la zona de transición hacia el Río Atoyac y su fuerte dependencia del agua subterránea para actividades industriales y urbanas.

### Hidrografía Superficial

El municipio forma parte de la cuenca alta del río Atoyac, una de las más importantes del estado.

- Río Atoyac: Recorre aproximadamente 8 kilómetros en el límite oriente del municipio. Actualmente, es el foco de planes estatales y federales de saneamiento debido a sus altos niveles de contaminación.
- Río Prieto: Atraviesa el extremo suroeste del municipio en un tramo corto antes de desembocar como afluente en el Atoyac.
- Escurrimientos: El territorio presenta diversas corrientes intermitentes que fluyen desde los lomeríos internos hacia el cauce principal del Atoyac.

### Hidrología Subterránea (Acuíferos)

El Acuífero Valle de Puebla (Clave 2104) es la principal fuente de abastecimiento de agua para la zona metropolitana, cubriendo el 95% del consumo local.

Explotación Industrial: Es una de las zonas con mayor extracción de agua subterránea en México. La planta de Volkswagen, ubicada en el municipio, es la segunda mayor extractora industrial del país, con una concesión anual de más de 2.2 millones de metros cúbicos distribuidos en nueve

Estatus de Veda: El municipio se encuentra en una zona de veda tipo 1 (rígida), lo que significa que legalmente no se permiten nuevas extracciones o incrementos en los volúmenes ya concesionados.

## Gestión del Agua

Organismo Operador: Los servicios de agua potable y saneamiento son gestionados por el SOSAPAC (Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de Cuautlancingo).

En términos generales, el área de influencia cuenta con numerosos arroyos que descienden desde las laderas del Popocatépetl e Iztaccíhuatl y que, tras atravesar la mancha urbana de Puebla de Zaragoza, descargan en la presa de Valsequillo. La mayoría de ellos han formado barrancas en su descenso, debido a la naturaleza del suelo que atraviesan. Estas barrancas han sido en muchos casos urbanizadas o presentan grave deterioro ecológico: el principal es el Arroyo Alseseca y al noroeste del territorio, el Arroyo Actiopa-Ametlapaneca.



El estado de Puebla se encuentra comprendido dentro de cuatro grandes regiones hidrológicas, de las 37 en que está divido el territorio mexicano. En orden de extensión dentro de la entidad, las regiones hidrológicas son: RH18 Río Balsas; RH27 Ríos Tuxpan-Nautla; RH28 Río Papaloapan y la RH26 Río Pánuco. De éstas, las tres primeras abarcan casi la totalidad del estado, mientras que la última ocupa tan solo unas pocas decenas de km². Solamente la región del Balsas pertenece a la vertiente del Pacífico; las restantes descargan sus captaciones, hacia el Golfo de México.

En el estado existen varias corrientes de importancia, aunque la mayoría de ellas se localizan en las regiones montañosas de la porción norte de la entidad, en donde pueden destacarse los ríos Pantepec, San Marcos, Necaxa, Laxaxalpan, Tecuantepec y Apulco. En la parte sur, los ríos más importantes son: Atoyac, Nexapa y Salado.

La entidad cuenta con 11 presas almacenadoras, 8 derivadoras y 40 bordos.

El tipo de drenaje que se aprecia en estas regiones generalmente es dendrítico, es decir, que su patrón de red fluvial se caracteriza por tener una estructura ramificada, como las venas de una hoja, donde los afluentes menores se unen al cauce principal, particularmente en la porción suroeste del estado, dentro de la región de Atoyac, aunque en algunas zonas existen diferencias relacionadas con el substrato geológico que las constituye.

Mientras que, en la zona centro del estado (dentro de la misma región hidrológica), se aprecian los patrones de avenamiento radiales, y las cuencas cerradas que albergan cuerpos de agua (cuenca de Oriental). Esto se debe a la existencia de varios aparatos y depósitos volcánicos de reciente formación.

En las zonas norte y sureste de la entidad, en las regiones Tuxpan-Nautla y Papaloapan, respectivamente, los cursos de las corrientes muestran algunos trazos rectangulares, que reflejan los plegamientos que afectaron estas regiones en el pasado geológico.

## Región Hidrológica (RH-18) Río Balsas

Esta región, es una de las más importantes del país; ocupa la zona central y suroccidental del estado, se extiende desde el estado de Michoacán y en una pequeña porción del estado de Veracruz; donde está limitada por las elevaciones que circundan la cuenca de Oriental-Perote, destacando: la caldera de los Humeros, el volcán Pico de Orizaba, el Cofre de Perote y el volcán Atlítzin o Sierra Negra. Hacia el sur de estas montañas, el parteaguas oriental de la región, se prolonga a lo largo de las serranías que

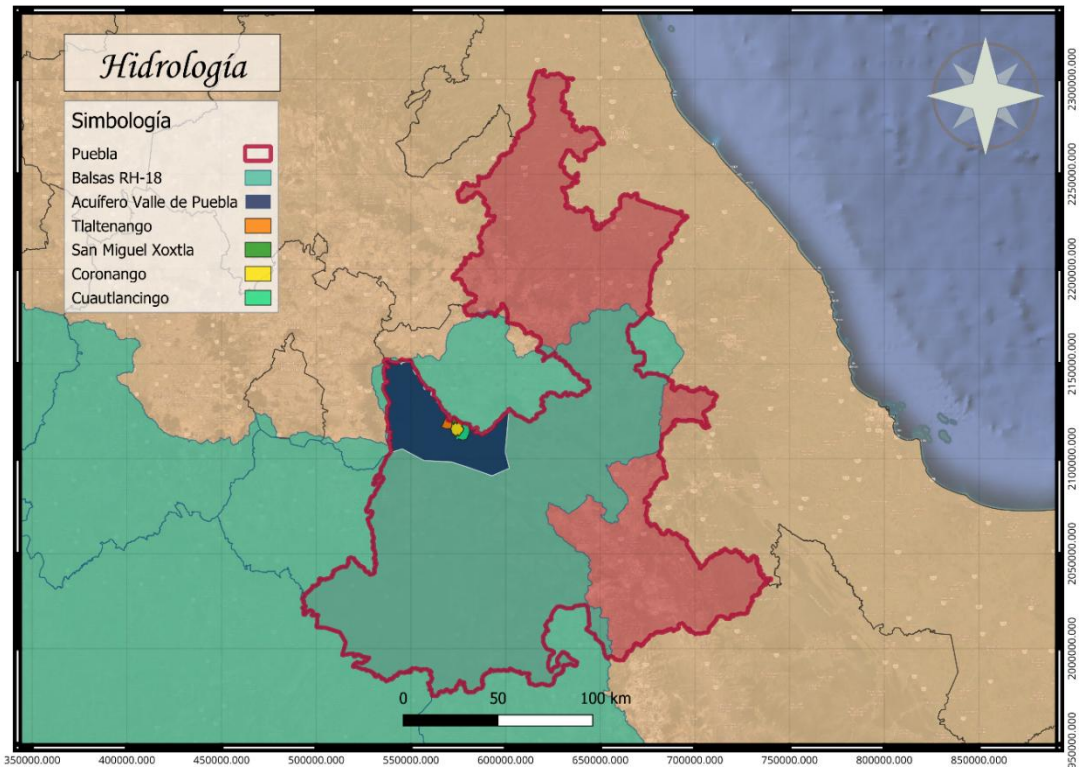
constituyen el borde occidental de la cañada poblana-oaxaqueña. Al norte y al sur, la región se encuentra limitada por los parteaguas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, respectivamente.

Está subdividida, en 10 cuencas, de las cuales, cuatro de ellas, se encuentran parcialmente incluidas en territorio poblano: (A), Río Atoyac; (B), Río Balsas-Mezcala; (E), Río Tlapaneco y (F), Río Grande de Amacuzac. Suman en conjunto, 59.14% de la superficie estatal, aproximadamente.

A continuación, en la Figura 4.4 se muestra la Región Hidrológica (RH-18), y la cuenca del Valle de Puebla, que son las zonas en las que se ubican los municipios del presente proyecto:



Figura 4.2. Hidrología subterránea del área de influencia.




Elaboración propia

## 4.3. Características Biológicas

### 4.3.1. Vegetación, flora y fauna silvestre endémica

#### a) Vegetación y flora

**Tlaltenango**

Por la cercanía con la Sierra Nevada y su altitud en la región de los valles centrales, es posible encontrar este tipo de vegetación:

- Bosques templados: ubicados en las zonas más altas y del lomerío del municipio de encuentras bosques de coníferas (principalmente compuestos por especies de pino y encino.
- Zona agrícola y de cultivo: refiere que una parte significativa de la superficie del municipio está destinada a la agricultura, destacando la producción de maíz y otros cultivos de temporal
- Vegetación inducida o secundaria: reemplazó a los bosques originales
- Especies arbóreas: además de los pinos y encinos, se aprecian especies de tepozán, sauce y diversas variedades de agaves en los límites de las parcelas agrícolas.



### San Miguel Xoxtla

Se caracteriza por la agricultura de temporal, pero es posible encontrar especies como hipoestes, y flor de pascual.

### Coronango

Se caracteriza por las plantas ruderales, a continuación, en la Figura 4.5 se muestran las principales:

Figura 4.5. Familias y géneros de plantas con mayor número de especies en el municipio de Coronango, Puebla, México

| Familia | Especies | Género | Especies |
|---|---|---|---|
| Asteraceae | 47 | *Euphorbia* L. | 9 |
| Poaceae | 30 | *Solanum* L. | 7 |
| Fabaceae | 26 | *Oenothera* L. | 4 |
| Euphorbiaceae | 12 | *Bidens* L. | 4 |
| Solanaceae | 12 | *Dalea* L. | 4 |
| Amaranthaceae | 8 | *Asclepias* L. | 3 |
| Brassicaceae | 7 | *Crotalaria* L. | 3 |
| Apocynaceae | 6 | *Cyperus* L. | 3 |
| Lamiaceae | 6 | *Eragrostis* Wolf | 3 |
| Malvaceae | 6 | *Medicago* L. | 3 |
| Onagraceae | 6 | *Oxalis* L. | 3 |
| Polygonaceae | 6 | *Rumex* L. | 3 |
| | | *Salvia* L. | 3 |

Fuente: Acta Botánica Mexicana

### Cuautlancingo

Se caracteriza por tener zonas agrícolas en las que se cultiva maíz, frijol y chile, principalmente.
Vegetación urbana/recreativa, inducida en parques (Parque Ecológico Quetzalcóatl).
Especies nativas: matorral xerófilo y pastizales.

### b) Fauna

Está limitada a especies tolerantes a la presencia humana, tales como roedores, aves, reptiles; otras especies se encuentran más alejadas, pero son endémicas del estado de Puebla, como con: el teporingo, ajolote de montaña, culebra parada, rana poblana dragoncito de la Madre Oriental.

### 4.3.2. Tipo y calidad de la vegetación y flora en condiciones actuales

La vegetación del área de influencia se ha visto afectada, debido a que la cobertura forestal original se ha visto sustituida por el crecimiento urbano e industrial, así como el cambio de uso de suelo, en el que la actividad agrícola está presente, donde predominan los cultivos de maíz, frijol y chile.



En la actualidad, es posible observar (aunque en menor cantidad) especies arbóreas de pinos, encinos, sauces, tepozanes, algunos ahuehuetes y plantas ruderales.

En cuanto a la fauna, debido a la fragmentación del hábitat, en el área de influencia directa es escasa. Por la mancha urbana e industrial, es difícil apreciarla en su estado silvestre, por lo que el tipo de fauna que se observa es feral, como perros, gatos, ardillas, tlacuaches; o para actividad ganadera bovina y ovina.

Para el presente proyecto, la fauna es baja. No hay un registro o identificación de presencia de fauna importante en la traza del Macro colector; sin embargo, se recomienda supervisar la zona durante la construcción para detectar especies bajo protección o, si fuera el caso, considerar la reubicación de alguna especie, para salvaguardar su integridad.

## 4.4. Ecosistemas y paisaje

### 4.4.1. Principales ecosistemas, situación actual y su referencia al proyecto en cuestión

Principalmente en la zona de Tlaltenango y San Miguel Xoxtla, se aprecia ecosistema de matorral, que se caracteriza por arbustos, matas o vegetación leñosa, que se encuentra en zonas secas y áridas. Estos ecosistemas enfrentan riesgos como sobrepastoreo y cambio de uso de suelo por la fuerte presión inmobiliaria que hay en estas zonas.

En Cuautlancingo y Coronango, el ecosistema se ha modificado a urbano e industrial, lo que ha ocasionado un impacto para la biodiversidad.

Otro ecosistema visible es el ribereño, considerando al Río Atoyac y afluentes; el cual se encuentra en estado crítico debido a la contaminación por descargas industriales y municipales, con altas concentraciones de DQO Y DBO, indicadores que refieren una carga de contaminantes no biodegradables (detergentes industriales, solventes, plásticos y desechos de empresas textiles y químicas), provocando afectaciones en la vida acuática y en la salud humana para quienes habitan cerca de este sitio.

### 4.4.2. En su caso, áreas naturales protegidas existentes en las inmediaciones y su relación con el proyecto

En las inmediaciones del área de influencia, se encuentran las siguientes áreas naturales protegidas:

- Reserva Estatal Cerro Zapotecas: Ubicada en San Pedro Cholula, que está sujeta a conservación ecológica y popular para el ciclismo y senderismo
- Reserva Estatal Tentzo: Se encuentra al sur de Ocoyucan y Puebla, zona de bosques de encino y pino
- Parque Nacional Izta-Popo: Aunque sus cumbres están más alejadas, sus zonas de amortiguamiento se encuentran hacia el oeste de la zona de influencia
- Parque Nacional La Malinche: Se localiza al noreste de Cuautlancingo y Coronango, siendo una de las principales reservas forestales que proveen servicios ambientales a la región Puebla-Tlaxcala
- Humedal Valsequillo: Declarado parque estatal y sitio RAMSAR, se encuentra al sur de la ciudad de Puebla, protegiendo el cuerpo de agua y la biodiversidad ribereña
- Parque Estatal Flor del Bosque: Situado al oriente de la zona conurbada, funciona como centro de conservación y educación ambiental con bosque de encino



El presente proyecto no está relacionado directamente, por lo que no se considera afectación a ningún área natural protegida.

### 4.4.3. Características del paisaje y situación actual

En el área de influencia se aprecian diferentes matices de paisaje, esto quiere decir que se identifica un paisaje mixto o periurbano, donde la retícula geométrica de los campos agrícolas coexiste con la mancha urbana compacta y las zonas industriales. Y es justo la característica más notable, por ser una zona de transición donde convergen las actividades agrícolas tradicionales con un creciente desarrollo urbano e industrial. La vegetación natural original ha sido sustituida casi en su totalidad por cultivos y especies introducidas.

#### Hidrografía y relieve

El paisaje está marcado por la presencia del Río Atoyac y sus afluentes. En los márgenes de arroyos y canales, persiste una vegetación más densa, que funciona como corredor biológico; sin embargo, ha sido afectado por la contaminación y la urbanización. El relieve es predominantemente plano, lo que facilita la expansión urbana y territorial que, a su vez, ha ido desplazando y disminuyendo las zonas agrícolas.

#### Conectividad e infraestructura

Nodos de transporte: se observa un paisaje segmentado por infraestructura de transporte de alto impacto como las vías ferroviarias y la autopista México-Puebla, lo que representa la división de las comunidades y dicta el flujo del crecimiento urbano.

### Características por municipio

- Tlaltenango y San Miguel Xoxtla: Mantienen un carácter más ligado a la transición agrícola-industrial, con núcleos urbanos más compactos y tradicionales rodeados de campos. Esto se identifica como un paisaje agrícola fragmentado



- Coronango (Santa María Coronango y San Antonio Mihuacán): Se aprecia una rápida transición hacia fraccionamientos habitacionales de densidad media a alta, lo que significa un paisaje de urbanización fragmentada

- Cuautlancingo (San Lorenzo Almecatla y San Francisco Ocotlán): Es el área donde hay mayor presencia de industria y urbanización consolidada, mientras que el paisaje natural original es casi inexistente, debido a que ha sido sustituido por asfalto, concreto y equipamiento urbano

### Calidad visual y fragilidad ambiental

El paisaje presenta una calidad visual media-baja que se debe a la pérdida de elementos naturales y predominan los elementos industriales. Esto representa una alta fragilidad ambiental por la presión sobre los mantos acuíferos y la impermeabilización del suelo, lo que hace que cualquier proyecto en el área de influencia considere rigurosamente la gestión del agua y la creación de zonas verdes compensatorias.

## 4.5. Diagnóstico

La zona de influencia se asienta sobre una llanura aluvial con lomeríos suaves, situada a una altitud entre 2,100 y 2,200 metros sobre el nivel del mar. Forma parte de la subcuenca del Alto Atoyac y predominan los suelos de tipo Phaeozem y Arenosol, formados a partir de cenizas volcánicas, los cuales son fértiles, pero vulnerables a la erosión cuando hay pérdida de cobertura vegetal. La transición que se está desarrollando en el área de influencia muestra el contraste del entorno rural y urbano, donde aún se observan parcelas que se utilizan para actividades agrícolas, pero que el desplazamiento y reducción de estas ha sido notable por el crecimiento urbano e industrial.

En el aspecto demográfico, de acuerdo con el censo de población realizado por el INEGI (2020), la población total de los 4 municipios en los que se encuentra el área de influencia suma 202,132 habitantes, pero se estima que el colector beneficiará alrededor de 241,398 habitantes.

Respecto a los servicios básicos, la mayoría de la población cuenta con agua potable, luz, drenaje; sin embargo, la insuficiencia de sistemas de drenaje y saneamiento, así como el manejo inadecuado de las aguas residuales, que son vertidas al Río Atoyac, ha ocasionado un problema latente por la contaminación de este cauce, que actualmente es considerado uno de los más contaminados a nivel nacional y representa un fuerte riesgo en la salud de la población, al ser reconocido como una de las 30 regiones de emergencia sanitaria en el país.

El crecimiento demográfico y la extensión industrial está generando que haya menos suelos permeables debido a la urbanización y pavimentación, disminuyendo el porcentaje de infiltración pluvial y recarga del acuífero.



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

# V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

El impacto ambiental se entiende como los cambios o alteraciones que experimenta el medio ambiente, debido a las actividades antropogénicas o fenómenos naturales, ya sean positivos o negativos. Además, el impacto ambiental, dependiendo de los factores, proyectos o condiciones que intervengan, se identifica como directo, indirecto, reversible o irreversible (Tabla 5.1.)

Tabla 5.1. Identificación de Impacto Ambiental.



| Tipo de impacto ambiental | Descripción |
|---|---|
| Directo | Son los efectos inmediatos que ocurren com consecuencia de una acción específica |
| Indirecto | Se refiere a los efectos que no se perciben d inmediato, pero son el resultado de una seri de acciones |
| Reversible | Son los impactos que pueden ser recuperadc o revertidos con el tiempo |
| Irreversible | Se refiere a los daños que, una vez ocurrido por ningún motivo pueden ser reparados |

Elaboración propia

El área donde está proyectado el Macro colector se encuentra en un punto de intenso proceso de transformación territorial. Es decir, las zonas agrícolas están siendo modificadas debido a la urbanización e industrialización, por lo que el crecimiento demográfico demanda un aumento en los servicios básicos y, por ende, se vuelve prioritario un sistema de saneamiento que permita captar y conducir las aguas residuales que se generan en los domicilios, comercios y zonas industriales.

La construcción e instalación del Macro colector son elementos clave, ya que éste representa la infraestructura hidráulica necesaria para el saneamiento de una zona que no cubre por completo la demanda de este servicio; además, contribuye a la mejora en la salud pública, sanitaria y calidad de vida.

Cabe mencionar que, para la ejecución del presente proyecto, van a derivar algunos impactos causados por las actividades a desarrollar y que, a continuación, se mencionan:

### Trazo y Limpieza

Estas actividades incluyen limpiar el terreno de maleza, basura, piedras sueltas y posteriormente, llevarlos a lugares donde no estorben los trabajos. También se realiza el trazo y nivelación, marcando los puntos de referencia necesarios.

### Despalme

Consiste en retirar las capas superficiales de tierra natural que no son aptas para la construcción. También se refiere a quitar las capas de tierra que no sirven para la base o cimientos.

### Mantenimiento de maquinaria y equipo

La maquinaria y el equipo de construcción deberán coincidir con lo estipulado en la propuesta técnica (tipo, capacidad y especificaciones). Se garantizará su mantenimiento óptimo para asegurar la máxima eficiencia operativa y minimizar la emisión de contaminantes al medio ambiente.

### Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico



Previo a la intervención en la carpeta asfáltica, se realizará un corte superficial con sierra a una profundidad mínima de dos tercios del espesor del pavimento. Este procedimiento asegura la integridad de los pavimentos o empedrados colindantes que no forman parte del área de intervención.

### Demolición de la carpeta asfáltica

La carpeta asfáltica se fragmentará utilizando las herramientas o maquinaria previstas en el proyecto. En casos de demolición parcial, se implementarán las obras auxiliares y medidas de protección necesarias para salvaguardar las secciones que deben conservarse.

### Excavación de zanjas

Las excavaciones se realizarán conforme a las dimensiones requeridas para el alojamiento de la tubería que conducirá el agua residual. Esto incluye las maniobras de limpieza y consolidación de la plantilla y los taludes para garantizar la estabilidad de la zanja.

### Plantillas apisonadas

En sectores donde el fondo de la excavación carezca de la firmeza necesaria para soportar la tubería, se construirá una plantilla de arena de al menos 10 cm de espesor. Esta base deberá compactarse en forma de canal semicircular para proporcionar un apoyo estable y uniforme al conducto.

### Instalación de tubería

Comprende el conjunto de procedimientos y elementos técnicos necesarios para el suministro, alineación y colocación de tuberías y piezas especiales, asegurando la hermeticidad y funcionalidad del sistema.

### Construcción de pozos de visita

Estructura hidráulica complementaria diseñada para facilitar las maniobras de mantenimiento, inspección y ventilación, elementos indispensables para la correcta operación de un colector.

### Prueba hidrostática de tubería

Es el conjunto de maniobras realizadas en un tramo de conducción para verificar la hermeticidad de la tubería. El proceso consiste en la inyección de agua a presión para detectar posibles fugas o fallas en las uniones.

### Relleno de zanjas

Operaciones ejecutadas para restituir el nivel original del terreno o los niveles proyectados. Se distinguen dos modalidades:



- Sin compactar: El material se deposita a su humedad natural, permitiendo que su propio peso genere el asentamiento.
- Compactado: El material se coloca en capas horizontales no mayores a 20 cm, aplicando la humedad requerida y utilizando pisones manuales o neumáticos para alcanzar la densidad especificada.

### Reposición de la carpeta asfáltica

Tras la ruptura del pavimento, el acabado final deberá restituir la superficie original para garantizar un tránsito vehicular fluido. La reposición debe asegurar que, con el paso del tiempo, el comportamiento del área intervenida (en términos de expansión o hundimiento) sea uniforme respecto a los pavimentos contiguos.

### Carga a camión de material producto de excavación

Maniobras de carga, ya sea por medios mecánicos o manuales, del material excedente derivado de la excavación u otros materiales de desecho para su posterior traslado.

### Acarreo de material

Servicio de transporte de materiales desde el sitio de la obra hasta el centro de disposición autorizado para residuos de manejo especial o bancos de tiro oficiales.

### Señalización

Elementos y dispositivos necesarios dentro y fuera de la obra que tienen la función de identificar, informar, restringir y prevenir; así como el equipo de seguridad que debe portar el personal en la ejecución de los trabajos de una obra, los cuales pueden ser de carácter temporal o definitivo. Están contemplada la señalización y los dispositivos para seguridad del personal; señalización para la circulación de peatones y vehículos.

En la Figura 5.2 se presenta el cuadro de acciones realizadas durante la preparación del sitio, la construcción de la obra y la etapa de operación y mantenimiento de la misma.

Es preciso destacar que, durante las etapas de selección del sitio y la etapa de abandono, no se tienen

acciones que alteren al ambiente, por esta razón, estas etapas no se consideran en el árbol de acciones.

Figura 5.2. Árbol de acciones

| ETAPA | ACTIVIDAD |
|---|---|
| A. Preparación del sitio | A.1. Trazo<br>A.2. Despalme<br>A.3.Excavacaión<br>A.4.Carga y acarreo de material<br>A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo. |
| B. Etapas construcción | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico<br>B.2. Demolición de la carpeta asfáltica y excavación.<br>B.3. Pruebas hidrostáticas en tuberías<br>B.4. Instalación de tubería<br>B.5. Construcción de atraques de concreto<br>B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías<br>B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas.<br>B.8. Construcción de cajas de operación de válvulas<br>B.9. Colocación de nuevo pavimento.<br>B.10. Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales sobrantes.<br>B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados.<br>B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo. |
| C. Etapa de operación y mantenimiento | C.1. Evacuación de agua residual.<br>C.2. Desazolve de colectores. |



## Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales tiene como propósito analizar y evaluar las actividades del proyecto para implementar medidas preventivas o de mitigación. Estas acciones buscan garantizar la reducción de los efectos adversos y potenciar los beneficios derivados de la ejecución de la obra.

Para este análisis, se utiliza la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora, en combinación con una variante de la Matriz de Leopold (1971). Este enfoque consiste en correlacionar las actividades de la obra con los factores ambientales; de este modo, cada intersección en la matriz determina un impacto potencial en las distintas etapas del proyecto

Matriz 5.1. Identificación de impactos

| **Matriz de identificación de impactos** | | A.Preparación del sitio | | | | | B. Etapas de construcción | | | | | | | | | | | | C. Etapa de operación y mantenimiento | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Factor | A.1. Trazo | A.2. Despalme | A.3. Excavación | A.4. Carga y acarreo de material | A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico | B.2. Demolición de la carpeta asfáltica | B.3.Pruebas hidrostáticas en tuberías | B.4. Instalación de tuberías | B.5. Construcción de tapas de concreto | B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías | B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas | B.8. Construcción de pozos de visita | B.9. Colocación de nuevo pavimento | B.10.Retiro de residuos de demolición y excavación y materiale | B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados | B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo | C.1. Evacuación de agua residual | C.2. Desazolve de colectores |
| A.1. Tierra y suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | x | | | | x | | | | | x | | x | | | | | |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | x | x | | | | x | | | | | x | | x | | | | | |
| A.2. Clima | A.2.1. Microclima | | | x | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| A.3. Agua | A.3.1. Hidrología | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | | x | x | x | x | | x | | | x | x | x | x | x | x | | x | | |
| | A.4.2. Ruido | | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x | x |

| **Matriz de identificación de impactos** | | A.Preparación del sitio | | | | | B. Etapas de construcción | | | | | | | | | | | | C. Etapa de operación y mantenimiento | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Factor | A.1. Trazo | A.2. Despalme | A.3. Excavación | A.4. Carga y acarreo de material | A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico | B.2. Demolición de la carpeta asfáltica | B.3.Pruebas hidrostáticas en tuberías | B.4. Instalación de tuberías | B.5. Construcción de tapas de concreto | B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías | B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas | B.8. Construcción de pozos de visita | B.9. Colocación de nuevo pavimento | B.10.Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales | B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados | B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo | C.1. Evacuación de agua residual | C.2. Desazolve de colectores |
| B.1. Flora y vegetación | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B.1.2. Especies vegetales protegidas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B.2. Fauna | B.2.1. Diversidad de especies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B.2.2. Especies con relevancia ecológica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Matriz de identificación de impactos | | A.Preparación del sitio | | | | | B. Etapas de construcción | | | | | | | | | | | | C. Etapa de operación y mantenimiento | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Factor | A.1. Trazo | A.2. Despalme | A.3. Excavación | A.4. Carga y acarreo de material | A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico | B.2. Demolición de la carpeta asfáltica | B.3.Pruebas hidrostáticas en tuberías | B.4. Instalación de tuberías | B.5. Construcción de tapas de concreto | B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías | B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas | B.8. Construcción de pozos de visita | B.9. Colocación de nuevo pavimento | B.10.Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales | B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados | B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo | C.1. Evacuación de agua residual | C.2. Desazolve de colectores |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C.1.2. Generación de residuos | | x | x | x | | | x | | | | | | | | | x | | | x |
| C.2.Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| C.3. Servicios Publicos | C.3.1 Vialidades | x | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | x |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | x |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.1. Incidencia visual | | x | x | x | | | x | | | | | x | x | x | x | x | | | |

A continuación, se describen los impactos identificados en la matriz de anterior, realizada para cada factor ambiental.

A.1. Tierra y suelo

### Geomorfología y relieve

Debido a las actividades antropogénicas que ya se han realizado previamente en el área de influencia, no se considera que el Macrocolector genere un impacto relevante en el relieve, la afectación principal al relieve fue a causa de la actividad agrícola, de la urbanización y de las grandes obras de infraestructura que se construyeron (Autopista México-Puebla, vías ferroviarias o industrias), así como líneas de transmisión, etc.). Por tanto, la calidad en el factor ambiental relieve y carácter topográfico, es mínimo el impacto para los periodos de la ejecución de la obra. Sin embargo, en caso de no realizar adecuadamente las actividades de despalme, demolición de la carpeta asfáltica, excavación, relleno, nivelación y compactación de zanjas, colocación de nuevo pavimento y reparación de fugas se afectaría el relieve de las calles o de los sitios donde se construirán los pozos de visita.



### Tipos de suelo

La erosión en la zona de influencia, de acuerdo con el tipo de suelo, identificado como Cambisol, es el característico en los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo

Al realizar el despalme y la excavación generará un impacto en suelo antes mencionado, toda vez que una de sus características es que está expuesto a la erosión, por lo que se plantearán medidas de mitigación en este apartado. Las actividades que podrían alterar la calidad del suelo son las mismas que podrían alterar el relieve y la geomorfología de la zona, al ser removidos los suelos para el desplante de las obras.

A.2. Clima

### Microclima

Se considera que la ejecución de la obra con relación en la variación de la temperatura en la zona no representa un cambio significativo en el microclima, particularmente en el factor ambiental régimen térmico.

En virtud de lo anterior, se estima que existe ausencia de impactos en el factor ambiental Microclima.

A.3. Agua

### Hidrología

Un tramo del colector residual atraviesa el Río Atoyac, por lo que, en ese caso, se realizará de manera aérea y no alterará en cantidad o calidad del agua superficial de este cuerpo de agua.

No se modifican los recursos hídricos, ni en cantidad, ni en la calidad del agua.

No se modifican cauces, ni se alteran zonas de recarga.

### Infiltración

El cruce de la tubería de agua residual con la red de agua potable en la periferia norte del asentamiento humano de San Miguel Xoxtla, representa una interacción crítica ya que el trazo coincide con la red de distribución de agua potable existente.

Debido a que el diseño del Macro colector contempla profundidades mayores para garantizar el flujo por gravedad, se prevé que no haya puntos de contacto y/o tramos paralelos con las líneas de conducción de agua potable. Esta proximidad requiere una acción técnica específica para evitar afectaciones en la presión del servicio local y prevenir riesgos de contaminación cruzada por infiltración, considerando que la estabilidad de las zanjas estará sujeta a las propiedades mecánicas del suelo predominante



El impacto ocasionado por la obra no es de gran magnitud debido a que la superficie ocupada por las diferentes actividades es mucho menor a la superficie total de la zona de estudio.

## A.4. Aire

### Calidad del aire

Se define como contaminantes de aire a las sustancias y formas de energía que potencialmente pueden producir riesgo, daño o molestia grave a las personas, ecosistemas o bienes en determinadas circunstancias ($CO_2$, CO, $NO_2$, $SO_2$, $O_3$).

En diferentes etapas del proyecto se emitirán contaminantes del aire y se clasifican de la siguiente forma:

- Material particulado (polvo), generado por la circulación de los camiones, preparación del terreno, en la demolición de la carpeta asfáltica, en la realización de camas de arena para asiento de tuberías, en la excavación, en el movimiento de tierras y durante las reparaciones de fugas.
- Gases de combustión, producidos por la operación de motores de combustión interna de los camiones y maquinaria de construcción durante casi todas las actividades de la obra, sin embargo, la actividad de Mantenimiento de maquinaria y equipo mitigara dichas emisiones.

### Ruido

Todo sonido indeseable que moleste o afecte a las personas es considerado como ruido. La NOM-081-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición.

Los motores de combustión interna de camiones y maquinaria generan ruido durante diversas actividades de la obra, además, durante la reparación de fugas también se genera ruido.

B.1. Flora y vegetación

### Vegetación natural con alto valor económico

Se entiende por vegetación a la cobertura vegetal de un territorio. La importancia de la vegetación no solo se concentra en el papel que desempeña como asimilador básico de la energía solar, si no en su relación con los componentes bióticos y abióticos del entorno. Además, contribuye a la regulación de la temperatura, sirve como protector de suelos al disminuir la erosión del suelo, filtra la atmósfera, atenúa el ruido y es el hábitat de animales.



Desafortunadamente, los impactos considerados en este factor se derivan del retiro de la cubierta vegetal (pastizales y ruderales) en la preparación del terreno en la construcción de los colectores. Los impactos sobre este factor no serán críticos debido a que la vegetación ya se encuentra alterada por la zona urbana, sin embargo, aunque se encontraron muy pocos ejemplares de especies de sauces y ahuehuetes en el margen del Río Atoyac, en caso de retiro de estos árboles, se deberá tener en cuenta al momento de proponer las medidas de mitigación correspondientes.

### Especies vegetales protegidas

Se considera que el asentamiento humano en la zona de estudio es una de las actividades antropogénicas que contribuyeron al deterioro de la calidad de las especies vegetales protegidas. Dado que las actividades de la obra se desarrollarán en zonas donde la vegetación es mínima y ruderal, no se considera un impacto en especies vegetales protegidas

### Fauna

### Diversidad de especies

Debido al crecimiento urbano e industrial en el área de influencia, difícilmente se encuentran fauna en los sitios de influencia, solo domésticos o ferales, por lo que el proyecto no visualiza afectaciones adicionales

### Especies con relevancia ecológica

No se tienen poblaciones de especies endémicas, protegidas o de interés en el área de influencia del proyecto en cuestión.

C.1. Usos de suelo

### Usos de suelo

El área de proyecto se ubica dentro de suelos agrícolas, urbanos e industriales

El mayor impacto ya fue ocasionado por el cambio de uso de suelo, debido a que cada vez es menos visible el suelo agrícola por la expansión urbana, habitacional e industrial, lo que refiere que el proyecto no tendrá un impacto relevante que sugiera un cambio en el uso de suelo.

### Generación de residuos

El impacto sobre el ambiente puede surgir si no se realiza una adecuada disposición de los residuos de la construcción generados durante las etapas de despalme, excavación, demolición de la carpeta asfáltica y posteriormente, en el desazolve del colector

C.2. Infraestructura

### Demanda de agua potable

Una preocupación importante relativa al asentamiento humano es la demanda de agua y el impacto resultante sobre su calidad de vida.



### Disposición de aguas residuales

El impacto de la obra en este factor ambiental se considera benéfico.

C.3 Servicios públicos

### Vialidades

La ocupación de las vialidades durante la obra puede afectar el tránsito vehicular debido a las maniobras durante las actividades de trazo, excavación, carga y acarreo de material.

Al disminuir la capacidad de flujo, se modifica el tiempo de traslado de los vehículos, aumentando la emisión de gases. Esta emisión es proporcional al tiempo de retraso de los automóviles. Además, el transporte de los materiales producto de la excavación producirá un aumento en la carga vehicular.

El trazo del proyecto cruza con una vialidad principal (autopista México-Puebla), en dos ocasiones, además de dos cruces con vías ferroviarias, lo que implica un impacto importante y por el que se deberán tomar medidas de prevención y mitigación para evitar daños a la infraestructura.

C.4. Economía

### Generación de empleos

El número de trabajadores de la obra no afecta la densidad de población. Se presentan impactos benéficos por el nivel de empleo en la construcción y el derrame económico que este contempla. Durante la fase operativa, los empleos generados se establecerán conforme al programa de trabajo.

C.5. Ecosistema y paisaje

### Incidencia visual

El paisaje está considerado como la expresión perceptual de medio físico, es decir, que se detecta a través de todos los sentidos, en función de la percepción plurisensorial.

Debido a la naturaleza del proyecto, no se prevé afectación sobre puntos de interés paisajístico. La superficie de construcción no modifica la topografía y la vegetación. No se manifiesta intersección con unidades paisajísticas.

### RESUMEN

Con base en el análisis anterior, se definieron los factores ambientales susceptibles de ser impactados y el tipo de impacto producido.

Tabla 5.3 Resumen de la identificación de impactos.

| Factor | Impacto |
|---|---|
| A.1.1. Geomorfología y relieve | Modificación de la topografía de las calles |
| A.1.2. Tipos de suelo | Remoción y ocupación de suelo |
| A.3.2. Infiltración | Modificación permanente del coeficiente de permeabilidad |
| A.4.1. Calidad del aire | Emisión de partículas y gases de efecto invernadero |
| A.4.2. Ruido | Incremento de ruido |
| B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | Eliminación o reducción de la cubierta vegetal |
| C.1.2. Generación de residuos | Generación de residuos de la construcción |
| C.2.1. Desazolve de tuberías | Tratamiento y disposición de azolves |
| C.2.2. Disposición de aguas residuales | Tratamientos de aguas residuales |
| C.3.1. Vialidades | Ocupación e intervención de las vialidades |
| C.4.1. Generación de empleos | Generación de empleos |
| C.5.2. Incidencia visual | Modificación temporal del paisaje |



Los factores: Microclima, Hidrología, Especies vegetales protegidas, Diversidad de especies y Especies en peligro de extinción no presentaron impactos significativos por lo que fueron descartados en el análisis del siguiente apartado, es decir, se aplicó el concepto de cribado de impactos ambientales.

### Evaluación de impactos ambientales

A efecto de obtener una valoración cualitativa, se aplica la metodología propuesta por V. Conesa, que mediante un análisis de las acciones impactantes, nos permite la estructuración de la matriz de importancia, que se propone como una herramienta de análisis prospectiva de lo que puede ocurrir dada la definición y clarificación de los impactos según los atributos que a continuación se definen: signo (+/-), Intensidad (I), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Recuperabilidad (MC), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Periodicidad (PR) e Importancia del Impacto (I).

El signo del impacto representa el carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las acciones que actúan sobre los factores considerados.

**Intensidad (I).** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor. El parámetro de valoración estará comprendido entre 1 y 12. Una destrucción total del factor en el área en la que se produce el

efecto (valor 12), para una afectación mínima (1) y valores comprendidos entre esos dos términos, reflejarán situaciones intermedias.

**Extensión (EX).** Representa el área (%) de influencia del impacto con el entorno del proyecto. Valores: puntual (1), parcial (2), extenso (4) y total (8).

**Momento (MO).** Se refiere al tiempo que transcurre entre la realización de la acción y el comienzo del efecto, sobre el medio considerado. En el Largo Plazo, manifestación de más de cinco años (valor 1); medio plazo, si el período va de 1 a 5 años (valor 2); corto plazo, de inmediato hasta un año (valor 4).



**Persistencia (PE).** Representa el tiempo que permanece el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales por medios naturales, o por la introducción de medidas correctivas. Si dura menos de un año, el efecto es Fugaz (valor 1); si persiste entre 1 y 10 años es Temporal (valor 2); si dura más de 10 años, el efecto es Permanente (valor 4).

**Reversibilidad (RV).** Es la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medios naturales, una vez que se deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo (valor 1); si es a Medio Plazo (valor 2) y si el efecto es Irreversible (valor 4).

**Recuperabilidad (MC).** Se trata de la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, por medio de la intervención humana (medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable de manera inmediata (valor 1) o a medio plazo (valor 2); si lo es parcialmente (mitigable) el valor es 4. Cuando es Irrecuperable (valor 8), y al existir la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será (4).

**Sinergia (SI).** Esta característica considera la incorporación de dos o más efectos, por la acción de uno solo, con un efecto superior al esperado por la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción no es sinérgica con otras acciones el atributo toma el valor de 1, para un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

**Acumulación (AC).** Este atributo considera el incremento progresivo de la manifestación del efecto. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (valor 1); sí el efecto producido es acumulativo (valor 4).

**Efectos (EF).** Este atributo expresa la forma de manifestación del efecto sobre un factor. Para un efecto indirecto (valor 1) y para un efecto directo (valor 4).

**Periodicidad (PR).** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Para los efectos continuos (valor 4); periódicos (valor 2) y en aparición irregular o discontinuo (valor 1).

**Importancia del impacto (I).** Constituye la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental y viene representada por un número que se determina con la siguiente ecuación.

$I = +/- (3I + 2\,EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

## Cuantificación de atributos

Se realizó el análisis, asignando valores para los diferentes atributos de las acciones impactantes en los factores ambientales. Matriz 5.2 se ilustra el resumen del análisis de cuantificación de atributos.

Matriz 5.2. Caracterización de impactos ambientales

| Tabla 5.4. Matriz de caracterización de impactos ambientales | | A. Preparación del sitio | | | | | B. Etapas construcción | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elemento | Factor | A.1. Trazo | A.2. Despalme | A.3.Excavación | A.4.Carga y acarreo de material | A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo. | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico | B.2. Demolición de la carpeta asfáltica. | B.3. Pruebas hidrostáticas en tuberías | B.4. Instalación de tubería | B.5. Construcción de tapas de concreto | B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías | B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas. | B.8. Construcción de pozos de visita | B.9. Colocación de nuevo pavimento. | B.10. Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales sobrantes. | B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados. | B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo. | C.1. Evacuación de aguas residuales | C.2. Desazolve de tuberías. | Importancia | Valor normalizado |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | 0 | -26 | -37 | 0 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -31 | 0 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -99 | 61.4 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | 0 | -30 | -38 | 0 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -31 | 0 | -36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -168 | 72.0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -34 | -37 | -39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -110 | 58.9 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | 0 | -19 | -19 | -20 | 24 | 0 | -16 | 0 | 0 | -15 | -16 | -17 | -20 | -20 | -20 | 0 | 27 | 0 | 0 | -148 | 68.9 |
| | A.4.2. Ruido | 0 | -24 | -25 | -25 | 0 | -22 | -21 | -18 | -18 | -19 | -17 | -22 | -23 | -23 | -25 | 0 | 0 | 0 | 0 | -302 | 92.5 |
| B.1. Flora y vegetación | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | 0 | -34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -34 | 51.5 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 50.4 |
| | C.1.2. Generación de residuos | 0 | -21 | -27 | -18 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | -79 | 58.3 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -14 | 0 | 0 | -14 | 48.4 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | | 33 | 44.4 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -19 | -18 | -22 | -24 | 0 | -20 | -21 | -18 | -18 | -17 | -19 | -20 | -17 | -15 | 21 | 17 | 0 | 0 | 0 | -231 | 81.6 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 15 | 15 | 351 | 100.0 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.1. Incidencia visual | 0 | -18 | -20 | -17 | 0 | 0 | -18 | 0 | 0 | 0 | 0 | -19 | -26 | -17 | 21 | 18 | 0 | 0 | 0 | -117 | 64.2 |

# VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

## Caracterización del Escenario Ambiental

La caracterización del sitio se estructura en tres ejes principales: el Medio Abiótico (Físico), el Medio Biótico y el Medio Socioeconómico. Cada uno presenta atributos particulares sobre los cuales incidirán los impactos específicos del proyecto.
Para obtener un diagnóstico detallado, tanto las acciones de la obra como los componentes ambientales se subdividen en unidades menores, facilitando así la identificación de posibilidades de mitigación.



## Identificación de Impactos por Factor Ambiental

En la matriz de evaluación, los tres medios mencionados se desglosan en elementos ambientales susceptibles de alteración, tales como:

- Medio Físico: Se divide en elementos como Tierra, Clima, Agua y Aire.
- Constituyentes: A su vez, cada elemento se analiza mediante indicadores específicos; en el caso del aire, se evalúan la calidad del aire y los niveles de ruido.

Este análisis jerárquico permite caracterizar cada componente ambiental y sus factores de manera sistemática. Finalmente, atendiendo a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se procede a la identificación de los impactos probables mediante la elaboración de la matriz de identificación de impactos.

A continuación, se presenta la matriz (Tabla 5.5.) de identificación de los probables impactos a cada factor ambiental y, posteriormente, se describirá cada uno, así como la forma de modificación o alteración.

## 6.1. Medidas de prevención

Para el Proyecto ejecutivo para la construcción del Macro Colector de Aguas Residuales "Xoxtla - El Conde (PTAR Barranca El Conde)" para el saneamiento del Río Atoyac, en varias localidades de los municipios de Tlaltenango, San Miguel Xoxtla, Coronango y Cuautlancingo, en el Estado de Puebla, se identificaron las siguientes medidas que podrán ser aplicadas con el propósito de evitar impactos ambientales negativos que puedan surgir con la realización de las actividades del proyecto y que se describen a continuación:

- Ejecución de estudios topográficos, geotécnicos e hidrológicos previos al inicio de obras para identificar zonas de riesgo y evitar alguna afectación en la infraestructura de agua potable, gasoducto o eléctrica que pueda cruzar o estar cercana a la traza
- Señalización y delimitación del área de trabajo para evitar afectaciones fuera de la traza definida
- Capacitación ambiental al personal de obra

- Programa de comunicación y difusión de información con las comunidades afectadas temporalmente por las obras para evitar alguna inconformidad o conflicto social
- Control de sedimentos, consiste en instalar barreras de sedimentos o geomallas para evitar que la tierra excavada llegue a cuerpos de agua
- Programa de manejo de residuos sólidos y materiales de excavación, disponer los excedentes de excavación en sitios autorizados y manejar materiales peligrosos (aceites o combustibles) con protocolos de prevención
- Supervisión ambiental permanente durante la construcción
- Verificación de la ausencia de especies de flora y fauna bajo protección en la traza antes de iniciar trabajos y tener un protocolo en caso de identificar alguna especie endémica o esté considerada como especie protegida o en peligro de extinción, si fuera el caso.



## 6.2. Medidas de mitigación

### 1. Etapa de Construcción

Esta es la fase de mayor impacto físico y social debido a las excavaciones y el movimiento de maquinaria.

Control de Polvo y Emisiones:

- Riego constante de las zonas de excavación y vialidades internas para evitar la dispersión de partículas
- Mantenimiento preventivo de la maquinaria para reducir la emisión de gases de combustión

Manejo de Suelos y Residuos:

- Clasificación de materiales: Separar la tierra vegetal (capa fértil) para su posterior uso en la restauración del área
- Disposición final: Traslado de escombros y material sobrante de excavación solo a sitios autorizados por la autoridad ambiental

Protección de Cuerpos de Agua:

- Instalación de barreras de sedimentos (mallas geotextiles) para evitar que el suelo removido llegue a ríos o arroyos cercanos durante las lluvias

Gestión del Tráfico y Ruido:

- Establecer horarios de trabajo diurnos para no afectar el descanso de los vecinos. o Implementar un plan de señalización vial para minimizar el caos vehicular por el cierre temporal de calles.

2. Etapa de Operación y Mantenimiento

Una vez instalado, el objetivo es garantizar que el colector cumpla su función sin generar riesgos adicionales.

Prevención de Fugas e Infiltraciones:

- Realizar pruebas de hermeticidad antes de poner en marcha el sistema.
- Programa de inspección periódica (mediante cámaras o video-inspección) para detectar grietas o colapsos prematuros.



Control de Olores:
Instalación de sistemas de ventilación adecuados y, si es necesario, filtros de carbón activado en los pozos de visita situados en zonas densamente pobladas.

Limpieza Programada:
Desazolve periódico para evitar la acumulación de sólidos que puedan generar taponamientos y desbordamientos de aguas negras a la superficie.

3. Medidas Transversales (Seguridad y Social)

Seguridad Industrial:
Uso de entibados y apuntalamientos en las zanjas para evitar derrumbes que pongan en riesgo a los trabajadores

Restauración del Sitio:
Al finalizar la obra, se debe realizar la reposición del pavimento o la reforestación de las áreas verdes intervenidas, devolviendo el sitio a una condición igual o mejor a la original

## 6.3. Descripción de medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

| Componente ambiental | A.1. Tierra - suelo |
|---|---|
| Situación actual | La obra se desarrollará en una zona donde se encuentran suelos de tipo Cambisol y se describe:<br>Cambisol, riesgo principal: erosión hídrica y eólica |
| Situación esperada | Al tener un impacto en el suelo por las actividades de despalme y excavación, deberá considerarse incorporar cobertura vegetal en los alrededores de la obra para evitar la erosión del suelo |

| Componente ambiental | A.3. Agua |
|---|---|
| Situación actual | En la zona de estudio existen algunos arroyos que fluyen y se incorporan con el Río Atoyac y hay presencia de algunas cortinas de aguas residuales, entre las que destaca la de San Lorenzo Almecatla.<br>Un trazo del colector cruza el Atoyac. |
| Situación esperada | La tubería deberá ir paralelo al margen derecho del Río Atoyac (conforme su cauce) por lo que no se modificará el régimen de los cauces y esto ayudará a mitigar las descargas residuales; sin embargo, en el caso del tramo que cruza el cuerpo de agua, tendrá que |



| Componente ambiental | A.4. Aire |
|---|---|
| Situación actual | Se presenta un fuerte olor en las inmediaciones del Río Atoyac por la contaminación que causan las descargas residuales y que, a su vez, generan emisión de gases.<br>Generación de polvo en las zonas agrícolas. |
| Situación esperada | Instalar filtros de mangas, ciclones o lavadores de gases, según el tipo de contaminante generado<br>Control de polvos: reducir la velocidad de los camiones de volteo para disminuir la resuspensión de partículas. |

| Componente ambiental | B.1. Flora |
|---|---|
| Situación actual | Existe presencia de pastizales, pero han tenido afectaciones por el crecimiento demográfico y la expansión urbana, que también ha disminuido casi en su totalidad con la flora de la zona de estudio.<br>Caso distinto en los alrededores del Río Atoyac, que cuenta con algunos árboles que no pertenecen a la vegetación original, pero forman parte d ecosistema. |
| Situación esperada | No existen cambios representativos en las zonas periurbanas, debido a qu el Macrocolector se desarrollará en sitios con escasa vegetación; sin embargo, la flora del río deberá tener compensación ambiental |

| Componente ambiental | C.1. Usos de suelo |
|---|---|
| Situación actual | Suelos agrícolas, habitacionales e industriales. |

| | |
|---|---|
| Situación esperada | Restitución de la capa de suelo removido en zonas agrícolas y de vegetación tras el tendido de tubería, así como restitución del asfalto en vialidades. |

| Componente ambiental | C.2. Infraestructura |
|---|---|
| Situación actual | Cruce con vialidades principales como la autopista México-Puebla y con vías ferroviarias |
| Situación esperada | El Macrocolector es una obra subterránea; sin embargo, se recomiendan las siguientes acciones:<br>Plan de desvío de Tráfico: diseñar ruta alterna y señalización nocturna pa reducir la congestión y riesgo de accidentes<br>Hincado de tubería (pipe jacking): evita excavaciones en la superficie par interrumpir el flujo vehicular ni debilitar el terraplén ferroviario<br>Monitoreo de asentamientos: se deberán colocar puntos de control topográfico en las vías para detectar deformaciones en tiempo real durante<br>la obra<br>Restauración inmediata: pavimentar y estabilizar taludes inmediatament después de la intervención para evitar erosión o fallos en el derecho de v |



| Componente ambiental | C.3. Servicios públicos |
|---|---|
| Situación actual | No toda la población cuenta con servicio de drenaje ni saneamiento |
| Situación esperada | Se espera que con el colector las familias se vean beneficiadas y mejor el manejo de aguas residuales. |

| Componente ambiental | C.4. Economía |
|---|---|
| Situación actual | Los habitantes no se han visto afectados en este componente |
| Situación esperada | Se espera que el proyecto beneficie a la población con la generación empleos para que la derrama económica se mantenga en la zona influencia y sus alrededores. |

# VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

## 7.1. Descripción de alternativas a futuro

Consiste en elaborar distintos escenarios que se puedan originar a partir de la construcción de la obra. Para el caso del sistema de abastecimiento propuesto en este proyecto se estiman cuatro posibles escenarios:

1.- No se construye el proyecto
2.- El proyecto se construye por etapas
3.- Se construye el proyecto completamente y se opera eficientemente
4.- Se construye el proyecto completamente y no se opera



Se describen a continuación las posibles alternativas a futuro.

### 1.- No se construye el proyecto

En este escenario ambiental no se realiza la construcción del proyecto y no se generan impactos ambientales directos ni negativos en el aspecto de actividad antropogénica; sin embargo, el impacto ambiental se agravará por la fuerte contaminación presente en el Río Atoyac, lo que seguirá ocasionando afectaciones en la salud, en los acuíferos y la falta de sistemas de drenaje y saneamiento va a repercutir de forma negativa por la inacción de este tipo de obras en el área de influencia.

### 2.- El proyecto se construye por etapas

En este caso, los impactos ambientales serán producidos conforme se vaya desarrollando la obra, por lo que se tendrán que realizar valoraciones para identificar y determinar las secuencias de las zonas de construcción y priorizar las áreas con mayor impacto.

### 3.- Se construye el proyecto y se opera eficientemente

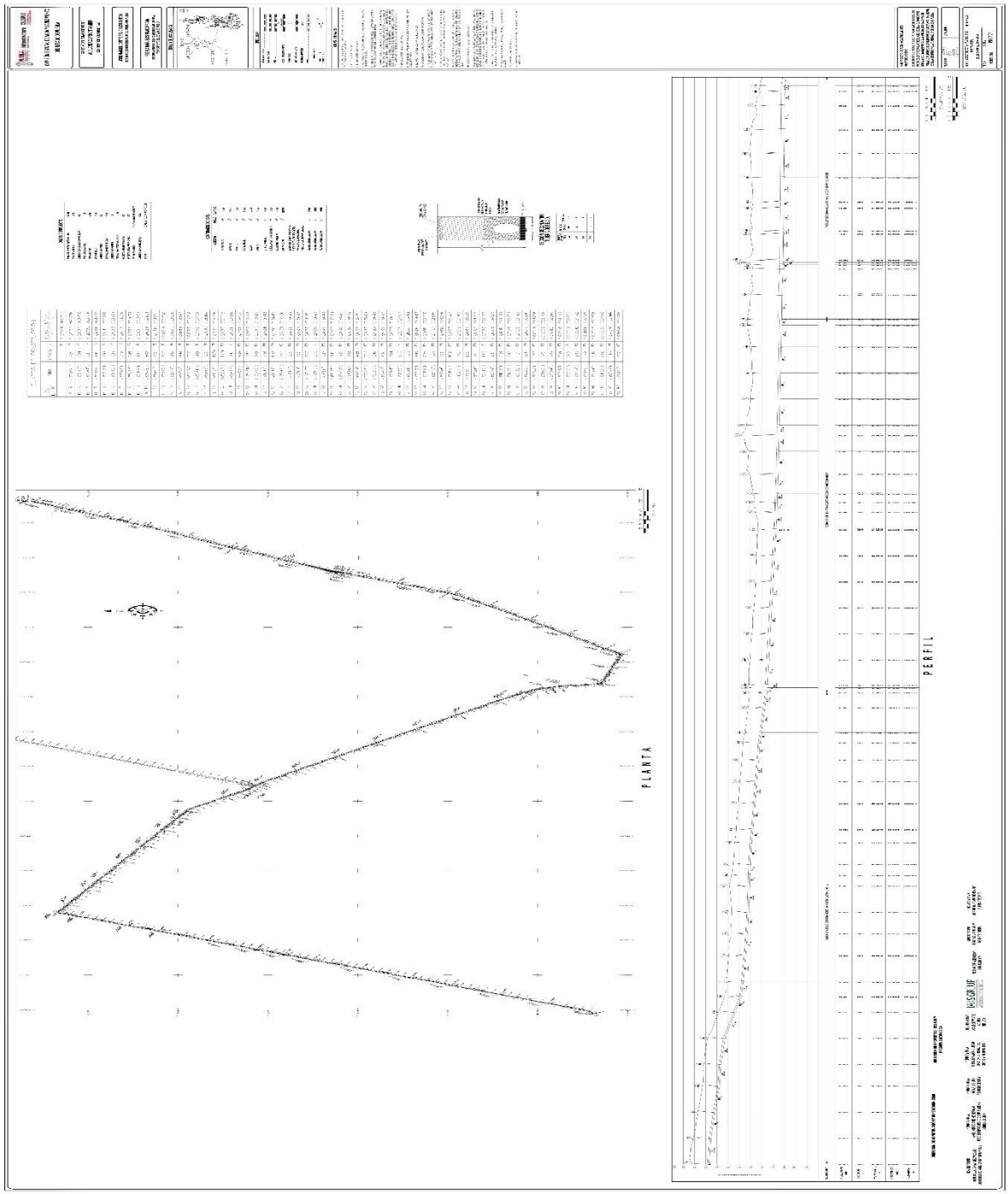
En este escenario, cualquier impacto en los medios bióticos y abióticos serán compensados por el impacto positivo producido en la salud y saneamiento del río, haciendo un adecuado manejo de aguas residuales, con las medidas de prevención y mitigación de impactos.

### 4.- Se construye el proyecto completamente y no se opera

Al no entrar en operación en este escenario, no serán visibles ni reconocidos los impactos positivos, toda vez que el sistema de drenaje y saneamiento no estaría cumpliendo su función, lo que ocasionaría daños al medio ambiente por la falta de manejo de aguas residuales.

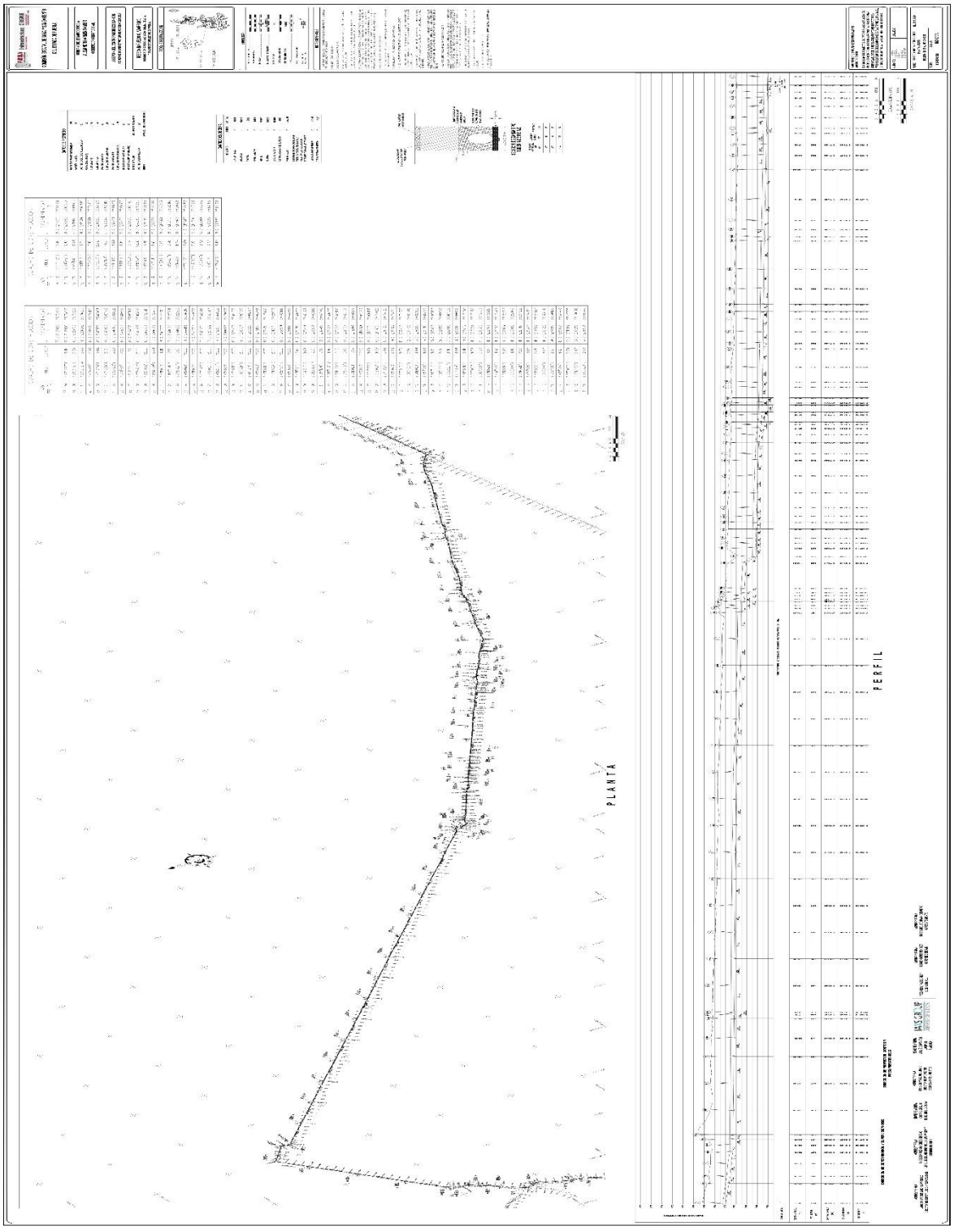
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores

## 8.1. Planos definitivos

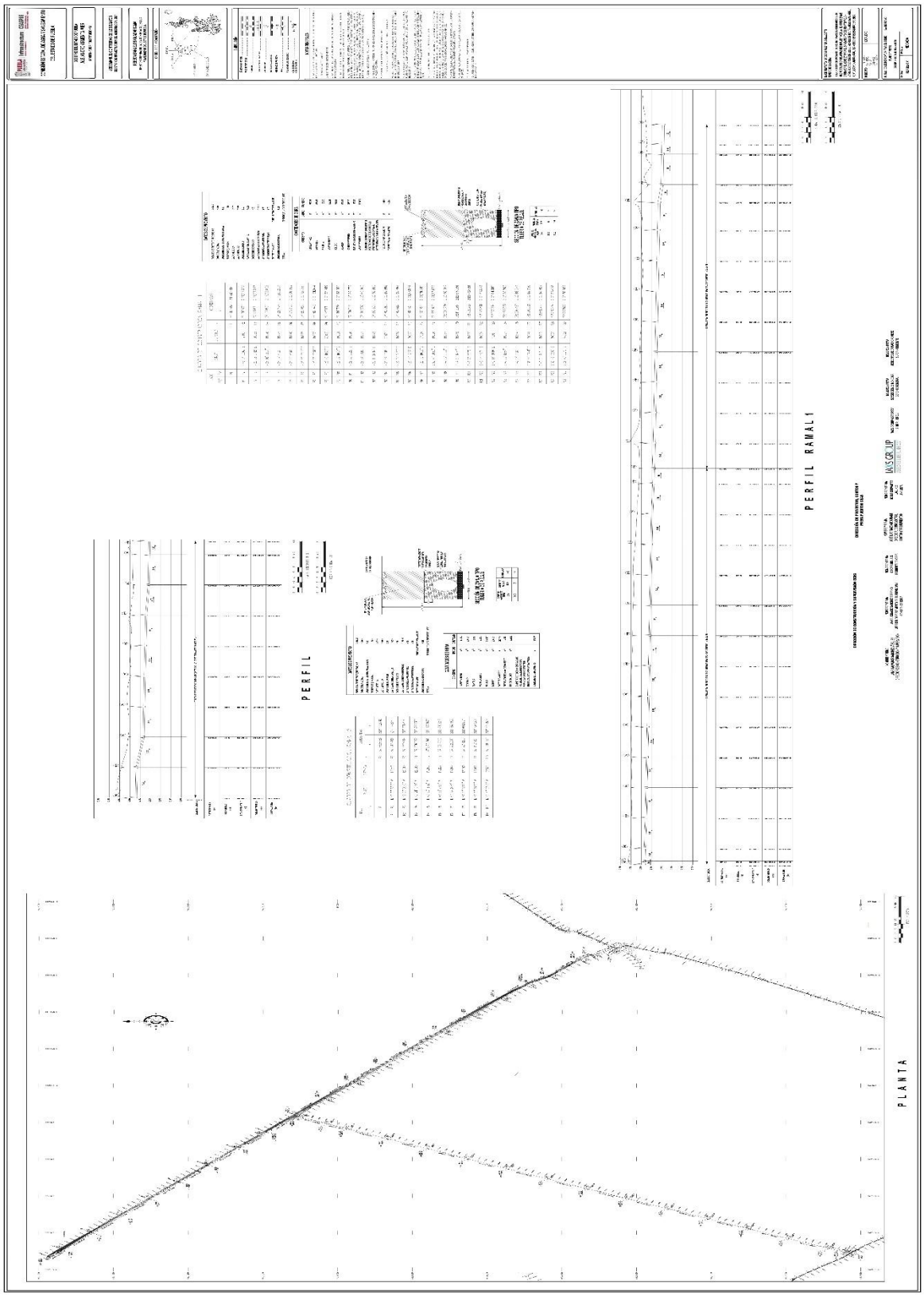





13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx




13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx




13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

## 8.2. Álbum fotográfico











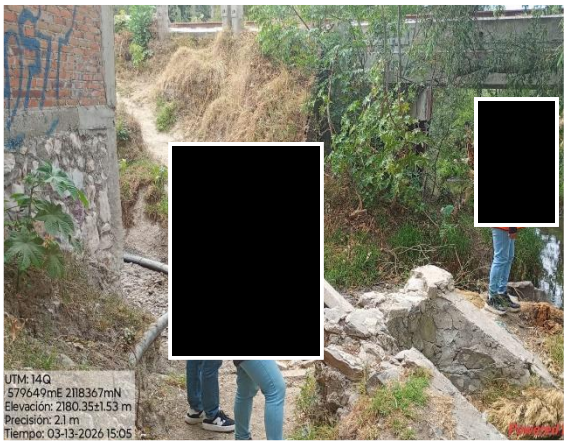

























13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

## 8.3. Matriz de Evaluación de Impacto

| | | |
|---|---|---|
| Intensidad (I) | Reversibilidad (RV) | Acumulación (AC) |
| Extensión (EX) | Recuperabilidad (MC) | Efecto (EF) |
| Momento (MO) | Sinergia (SI) | Periodicidad (PR) |
| Persistencia (PE) | | |

| Elemento | Factor | A.1. Trazo | | | | | | | | | | | A.2. Despalme | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Imp | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Imp |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | -5 | -1 | -4 | -1 | -4 | -4 | -1 | -1 | -4 | -1 | -26 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | -5 | -1 | -4 | -1 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -30 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | | | | | | | | | | | 0 | -3 | -4 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -19 |
| | A.4.2. Ruido | | | | | | | | | | | 0 | -8 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -24 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | -9 | -1 | -4 | -4 | -4 | -8 | -1 | -1 | -1 | -1 | -34 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | -6 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -21 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -4 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -19 | -2 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 |

| Elemento | Factor | A.3.Excavación | | | | | | | | | | | A.4.Carga y acarreo de material | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Imp | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Imp |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | -9 | -1 | -4 | -4 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -37 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | -10 | -1 | -4 | -4 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -38 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | -3 | -4 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -19 | -4 | -4 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -20 |
| | A.4.2. Ruido | -9 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -25 | -8 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -25 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | -12 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -27 | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -22 | -8 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -24 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | -5 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -20 | -2 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -17 |



13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

| Elemento | Factor | A.5. Mantenimiento de maquinaria y equipo. | | | | | | | | | | | B.1. Corte con sierra en pavimentos y concreto hidráulico | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | 10 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | -1 | -1 | 24 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.4.2. Ruido | | | | | | | | | | | 0 | -6 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -22 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | | | | | | | | | | | 0 | -5 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -20 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |



| Elemento | Factor | B.2. Demolición de la carpeta asfáltica. | | | | | | | | | | | B.3. Pruebas hidrostáticas en tuberías | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | -1 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -16 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | -1 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -16 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -16 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.4.2. Ruido | -4 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -21 | -2 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -18 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | -1 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -16 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -5 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -21 | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 | | | | | | | | | | | 0 |

13 Poniente 2504 B, Colonia La Paz, Puebla, Puebla,
+ 52 222 107 2315
administracion@iaxsgroup.com.mx

| Elemento | Factor | B.4. Instalación de tubería | | | | | | | | | | | B.5. Construcción de tapas de concreto | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Ipo | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Ipo |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | | | | | | | | | | | 0 | -3 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -15 |
| | A.4.2. Ruido | -2 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -18 | -4 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -19 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -2 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -18 | -2 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -17 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |



| Elemento | Factor | B.6. Realización de camas de arena para asiento de tuberías | | | | | | | | | | | B.7. Relleno, nivelación y compactación de zanjas. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Ipo | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Ipo |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | -6 | -1 | -4 | -1 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -31 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | -6 | -1 | -4 | -1 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -31 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | -9 | -1 | -1 | -1 | -4 | -8 | -1 | -4 | -4 | -1 | -34 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | -3 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -16 | -3 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -17 |
| | A.4.2. Ruido | -1 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -17 | -5 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -22 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -3 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -19 | -4 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -20 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 | -3 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -19 |

| Elemento | Factor | B.8. Construcción de pozos de visita | | | | | | | | | | | B.9. Colocación de nuevo pavimento. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | 6 | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 28 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | -1 | -8 | -4 | -4 | -4 | -8 | -1 | -1 | -4 | -1 | -36 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | -9 | -1 | -1 | -4 | -4 | -8 | -1 | -4 | -4 | -1 | -37 | -8 | -4 | -1 | -4 | -4 | -8 | -1 | -4 | -4 | -1 | -39 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -20 | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -20 |
| | A.4.2. Ruido | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -23 | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -23 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Intraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -1 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -17 | -3 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -15 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | -10 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -26 | -2 | -1 | -4 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -17 |



| Elemento | Factor | B.10. Retiro de residuos de demolición y excavación y materiales sobrantes. | | | | | | | | | | | B.11. Colocación de señalamientos horizontales y pintados. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | -6 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | -1 | -20 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.4.2. Ruido | -8 | -2 | -4 | -1 | -1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -1 | -25 | | | | | | | | | | | 0 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | 9 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 24 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Intraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | 6 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 21 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 17 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | 6 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 21 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 |

| Elemento | Factor | B.12. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo. | | | | | | | | | | | C.1. Evacuación de aguas residuales. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | 12 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 27 | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.4.2. Ruido | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 | -6 | -1 | -1 | -4 | -4 | -4 | -1 | -1 | -4 | -1 | -27 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | | | | | | | | | | | 0 | 12 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 34 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | | | | | | | | | | | 0 | -8 | -2 | -4 | -4 | -4 | -4 | -1 | -1 | -4 | -1 | -33 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 18 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | 0 |



| Elemento | Factor | C.2. Desazolve de tuberías | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | EX | MO | PE | RV | MC | SI | AC | EF | PR | Im |
| A.1. Tierra - suelo | A.1.1. Geomorfología y relieve | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | | | | | | | | | | | 0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | -6 | -1 | -2 | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -21 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | | | | | | | | | | | 0 |
| | A.4.2. Ruido | | | | | | | | | | | 0 |
| B.1. Flora | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | | | | | | | | | | | 0 |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | 0 |
| | C.1.2. Generación de residuos | | | | | | | | | | | 0 |
| C.2. Infraestructura | C.2.1. Demanda de agua potable | -6 | -1 | -1 | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -20 |
| | C.2.2. Disposición de aguas residuales | -6 | -1 | -1 | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -4 | -1 | -20 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | | | | | | | | | | | 0 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.2. Incidencia visual | | | | | | | | | | | 0 |