# RESUMEN EJECUTIVO

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

# MODALIDAD PARTÍCULAR

# SECTOR HIDRÁULICO

# CONSTRUCCIÓN DEL MACRO COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES "PTAR BARRANCA EL CONDE" PARA EL SANEAMIENTO DEL RIO ATOYAC, EN LAS LOCALIDADES DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, SAN SEBASTIÁN DE APARICIO, RIVERAS DE SAN APARICIO Y SAN MIGUEL CANOA, EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA, EN EL ESTADO DE PUEBLA

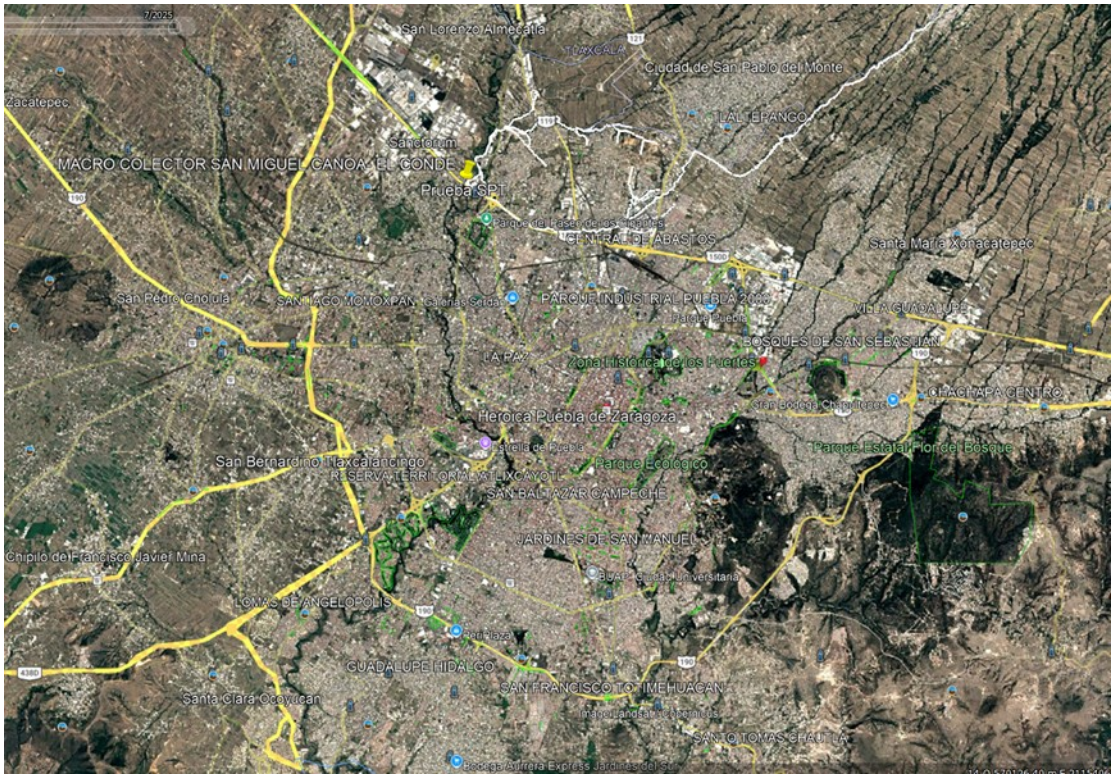
# I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

## 1.1. Datos generales del proyecto

**Nombre del proyecto:** Proyecto ejecutivo para la construcción del macro colector de aguas residuales "PTAR Barranca el Conde" para el saneamiento del Río Atoyac, en las localidades de Heroica Puebla de Zaragoza, San Sebastián de Aparicio, Riveras de San Aparicio y San Miguel Canoa en el municipio de Puebla, en el Estado de Puebla.

**Ubicación del proyecto:** El proyecto está ubicado en el Estado de Puebla (Figura 1.1). El proyecto está ubicado en 5 Municipios del Estado de Puebla.

Figura 1.1. Ciudad de Puebla desde una fotografía satelital




Fuente: Elaboración propia

**Vida útil del proyecto:** Se establecen de 3 años para llevar a cabo la preparación y construcción de la nueva infraestructura. Respecto a la etapa de operación y mantenimiento el tiempo de vida puede variar por diversos factores, como las condiciones constructivas, los materiales, el mantenimiento preventivo y correctivo que reciba la infraestructura, etc., aun así, la infraestructura podrá seguir trabajado al menos 50 años a pesar de haber superado el periodo de diseño si se le da un adecuado mantenimiento.

# 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 "PTAR. Barranca El Conde" para el saneamiento del Río Atoyac, en las localidades de Heroica Puebla de Zaragoza, San Sebastián de Aparicio, San Miguel Canoa en el municipio de Puebla Estado de Puebla.

### 2.1.2. Naturaleza del Proyecto

Como parte de los 100 compromisos para el segundo piso de la transformación, la Dra. Claudia Sheinbaum ha establecido el No. 92, que es la limpieza y saneamiento de los 3 ríos más contaminados del país dentro de los que se encuentra el río Atoyac por lo que a través de la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla (CEASPUE) se están realizando acciones concretas para su rescate.

En materia de saneamiento, en la Ciudad de Puebla, existen 5 plantas de tratamiento con proceso primario avanzado y una con proceso secundario que tratan 66.91 millones de $m^3$ de agua residual al año.

No obstante, existen 56.22 millones de $m^3$ de agua residual, que anualmente se generan en la Zona Metropolitana y circula sin tratamiento a cielo abierto, descargando en ríos y barrancas afluentes al Río Atoyac

Para captar y tratar adecuadamente, estos 56.22 millones de m3 de agua de la zona metropolitana, se requiere, la construcción del Macro colector denominado "PTAR Canoa – El Conde ".

En la siguiente figura se muestran la cobertura del macro colector:




Figura 2.1. Ubicación de Obra Proyectada

El área a beneficiar con la construcción del proyecto comprende las localidades de la Heroica Puebla de Zaragoza, San Sebastián de Aparicio, Riveras de San Aparicio y San Miguel Canoa, todas pertenecientes al municipio de Puebla, en el estado de Puebla, localizadas en la zona norte y nororiente del municipio y dentro de la cuenca del Río Atoyac.

## 2.1.3. Objetivo y justificación del Proyecto

Este proyecto tiene como principal hacer llegar las aguas residuales de la zona de captación hasta un sitio donde puedan ser sometidas a procesos de depuración que cumpla con los niveles de remoción de contaminantes que establece la normatividad vigente.

Mejorar cuantitativa y cualitativamente los servicios de alcantarillado, abatiendo los rezagos existentes y ampliando la cobertura de los servicios.

Coadyuvar a la consolidación del Organismo Operador responsable de la administración y operación de los servicios, buscando su autonomía técnica, administrativa, operativa y financiera.

Mejorar el nivel de vida y salud de la población mediante el suministro de los servicios de saneamiento

## 2.1.4. Programa de actividades

A continuación, se muestran las tablas de los programas de trabajo de las obras específicas, mismas que conformaran parte de las obras generales antes descritas, comenzando por las obras a realizarse.

Tabla 2.1. Programa de actividades

| Actividad | Meses | | | | | | | | | De 1 a 50 años |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | |
| **Esta 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. Árbol de acciones del proyecto

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

Etapa de operación y mantenimiento:

- Evacuación de agua residual.
- Desazolve de colectores.

## 2.2. Etapa de abandono del sitio

Debido a que las estructuras son para el desalojo de aguas residuales y dado 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.

### 2.2.1. Estimación de vida útil

Para el presente proyecto se estimó lo siguiente:

Tabla 2.7. Vida útil de estructuras

| Estructura | Vida Útil Evaluación | Vida Útil Operación |
|---|---|---|
| Macro colectores | 20 años | 50 años |

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

En este capítulo, se identificaron los instrumentos jurídicos y normativos que regulan la obra del proyecto, además, se realizó un análisis que determinó la congruencia del proyecto a las disposiciones de dichos instrumentos

A continuación, se enlistas los instrumentos analizados:

3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.2. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET)

3.3. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

3.4. Ley de Aguas Nacionales

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

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

3.7. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

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

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

3.10. Planes o programas de desarrollo urbano

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

3.10.2. Estrategias y Programas de Ordenamiento Territorial

3.11. Normas Oficiales Mexicanas

.

3.12. Otros instrumentos por considerar

3.12.1. Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.

3.12.2. 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

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

3.12.4. Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos

Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

27 3.12.5. Ley de Agua para el Estado de Puebla

# IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

## 4.1. Delimitación y justificación del área de influencia

Dentro de los ejes rectores del Gobierno Puebla se contempla sanear el Río Atoyac, que es un reclamo permanente de los habitantes de Puebla y Tlaxcala desde hace varias décadas como quedo documentado en la recomendación 10/2017 de la Comisión Nacional de derechos Humanos (CNDH) en donde señala:

Ante esta situación, el gobierno del Estado de Puebla, a través de la CEASPUE, ha decidido contribuir al saneamiento del río Atoyac, mediante la realización del proyecto, a nivel ejecutivo, que permita mejorar las condiciones de vida de los habitantes del municipio de Puebla.

Se localiza en la Mesa Central o Mesa del Centro (antes llamada altiplanicie mexicana o altiplano central) de México, en la zona centro occidental del estado, en la zona geográfica conocida como el Valle de Puebla.

La conurbación, integrada por la ciudad y municipio de acuerdo con el último censo realizado por Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Consejo Nacional de Población y la Secretaría de Desarrollo Social en 2020, ubican a Puebla como la cuarta ciudad más grande de México, después de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara.

El área de estudio comprende las localidades de la Heroica Puebla de Zaragoza, San Sebastián de Aparicio, Riveras de San Aparicio y San Miguel Canoa, todas pertenecientes al municipio de Puebla, en el estado de Puebla, localizadas en la zona norte y nororiente del municipio y dentro de la cuenca del Río Atoyac.

### 4.2.1. Condiciones climatológicas

Según la clasificación climática de Köppen, Puebla presenta un clima templado (cwb). 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°, aunque hay días que puede ser o más baja o alta.

Las mínimas suelen ser de entre los 10 C° a los 3 C°, igualmente puede variar dependiendo de los frentes fríos que se presenten. La temperatura baja de los cero grados un promedio de 3 veces al año. La más baja registrada fue de -7.0 C°.

### 4.2.2. Geomorfología y relieve

El municipio de Puebla se asienta en el Valle de Puebla, una llanura alta y fértil de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico (subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac) a una altitud promedio de 2,160 msnm.

Su relieve incluye llanuras, lomeríos bajos y sierras, con la influencia notable de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl al oeste y el río Atoyac surcando la zona.

Fuente: INEGI – Cartas topográficas y fisiográficas; Plan Integral de Servicios de Agua Potable

### 4.2.3. Tipos de suelo

La geología de la zona se caracteriza predominantemente por tipo de suelo regosol, litosol y andosol, suelen ser suelos jóvenes y de origen volcánico comúnmente en el Valle, según zonificación geotécnica de SMIG (2016).

Fuente: INEGI – Cartas Edafológicas; "Zonificación geotécnica del área sur-poniente de la ciudad de Puebla", SMIG 2016.

### 4.2.4. Hidrología y drenaje subterráneo

La principal corriente de la ciudad de Puebla es el río Atoyac 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.

Cuenca (18A) Río Atoyac.

Constituye la porción oriental de la región, incluye a la mayor parte de las zonas centro, oeste y suroeste de la entidad, que representan 57.23% de la superficie del estado. En esta área se genera anualmente un escurrimiento aproximado de 1 291 Mm3, volumen que, con las aportaciones de los estados limítrofes de Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, asciende a 1 451 Mm3. De estos, 1 088 millones, salen al estado de Guerrero, a través del río Mezcala. Esta cuenca representa el extremo nororiental de la región del Balsas, por lo que sus límites dentro de éste, son los mismos descritos anteriormente para dicha región.

El rasgo hidrográfico más sobresaliente de esta zona, es el río Atoyac, que es además la corriente más importante del estado; se forma a partir de la unión de los ríos San Martín o Frío, de Puebla y Zahuapan de Tlaxcala. El primero, baja de la Sierra Nevada, y el segundo, de la sierra de Tlaxco. En la ciudad de San Martín Texmelucan, las aguas de dicha corriente y sus afluentes, se aprovechan en las actividades agrícolas, domésticas e industriales. Esta porción se caracteriza por lo accidentado de su topografía y el grado de pendiente de los cauces de sus corrientes que, sin control, pueden causar pérdidas en la agricultura. A lo largo del Atoyac, recibe las aportaciones de las corrientes permanentes de los ríos Nexapa, Mixteco y Tlapaneco. Al ingresar al estado de Guerrero, cambia su nombre al de río Mezcala y posteriormente, al de Balsas. El escurrimiento medio anual de los ríos Atoyac y Nexapa, se estima en 458 Mm3.

Dentro de Puebla, la cuenca del Atoyac, incluye a las subcuencas: A, Río Atoyac-Tehuitzingo; B, Atoyac-Balcón del Diablo; C, Presa Miguel Avila Camacho; D, Atoyac-San Martín Texmelucan; E, Río Nexapa; F, Río Mixteco; G, Río Acatlán; H, Laguna de Totolcingo y J, Alceseca. Estas subcuencas están representadas por corrientes menores como las de los ríos Alceseca, Huehuetlán, Laxamilpa y otros.

Los valores de temperatura y precipitación media anual en el sur y suroeste de la cuenca son de 20 a 24°C y 700 a 800 mm, respectivamente. En las partes bajas de la sierra Nevada, en el área de San Martín Texmelucan y la ciudad de Puebla, la precipitación oscila entre los 1 000 a 1 200 mm; con una temperatura media anual de 16°C, la cual desciende hasta 0°C en las cumbres nevadas. Hacia las planicies de Oriental la temperatura media es de aproximadamente 14°C y la precipitación va desde 300 mm en las depresiones lagunares, hasta 800 mm en los bordes de las sierras circundantes.

Se tienen en general, coeficientes de escurrimiento bajos; en la mayor parte de su superficie, predomina el rango de 10 a 20%; el gasto medio de sus corrientes es de 9.152 m3/seg. Este promedio se obtuvo de las 14 estaciones hidrométricas ubicadas en la entidad, de las cuales se tienen registros en un período de 12 años. Dicho gasto corresponde al 55% de los escurrimientos aforados en el estado.

También se han construido importantes obras hidráulicas, entre las que destacan las presas: Huachinantla, Peña Colorada, Boqueroncitos (la cual permite, irrigar algunas zonas agrícolas del área de Tehuitzingo) y Manuel Avila Camacho (Valsequillo). Esta última, es la más importante de la entidad; su función principal es la irrigación de una superficie de 17 000 hectáreas, pertenecientes al distrito de riego No. 30 Valsequillo, el cual se extiende hacia la cañada poblana oaxaqueña, en el valle de Tehuacán y del río Salado, ya dentro de la cuenca del Papaloapan. Otras presas menores dentro de la cuenca de Atoyac, son Portezuelos I y II, destinadas a la generación de electricidad; con capacidad instalada de 3.2 y 1.8 Mw, respectivamente.

El tipo de drenaje observado en todas estas regiones es en general, dendrítico, 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. Dentro de la misma región hidrológica, en la zona centro del estado, son notorios los patrones de avenamiento radiales, y las cuencas cerradas que albergan cuerpos de agua (cuenca de Oriental). Esto es debido 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 son reflejo de los plegamientos que afectaron estas regiones en el pasado geológico.

## 4.3. Características Biológicas

Una comunidad se define como un conjunto de poblaciones coexistentes en el tiempo y el espacio (Begon et al. 1990), pero una “comunidad natural” no es cualquier agrupación de especies. Estas aseveraciones son entendibles en el sentido de que las diferentes formas de manejo de los ecosistemas que ha llevado a cabo el ser humano han modificado en mayor o menor grado las comunidades bióticas y sus relaciones ecosistémicas.

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

El estado de Puebla está influenciado por varios factores geográficos. como son la orografía, la altitud y el clima. que en gran medida han condicionado el establecimiento de cada uno de los tipos de vegetación. La complicada topografía, es decir, la distribución y alineación de las sierras y sus diferencias altitudinales, dan como resultado un mosaico climático que junto con la temperatura y la precipitación propician condiciones especiales en el medio ambiente. Las precipitaciones se presentan de manera constante debido a numerosos "nortes", masas de aire frío que invaden casi por completo a la entidad en los meses menos cálidos del año, éstas suelen ser en forma de lluvias constantes o bajo el efecto de neblinas periódicas, que aumentan la humedad atmosférica y favorecen el establecimiento y desarrollo de una gran cantidad de formas de vida, como los bosques de pino-encino, encino-pino, pino, encino, oyamel y mesófilo de montaña, que cubren una buena parte del estado.

Generalmente estos bosques son densos, con árboles perennes y caducifolios y con un gran número de bromeliáceas. En la parte de la vertiente del Golfo y la Sierra Madre Oriental, donde las condiciones son similares, pero prevalecen los climas cálido húmedos, se desarrolla la selva alta perennifolia, en su mayor parte como vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

La fauna silvestre potencial incluye reptiles, pequeños mamíferos y aves, algunas bajo protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se reportan especies endémicas estrictamente locales, aunque el área se inserta en una zona de importancia biológica regional por su conectividad con el Parque Nacional Malinche (al norte) y la Sierra de Tentzo (al sur).

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

Los tipos de vegetación que ocupan una menor superficie son: los pastizales halófilos. cuyo desarrollo está condicionado a factores edáficos. es decir, suelos con grandes cantidades de sales en los horizontes superficiales. En el límite superior de los volcanes se establece la pradera de alta montaña, que al igual que el anterior está en función del suelo y la altitud. La agricultura de temporal y riego se encuentra en diversas zonas, sin embargo, su máximo desarrollo lo tiene hacia la región centro-sur. En buena parte de los bosques y selvas, donde las condiciones climáticas son favorables, se han establecido pastizales inducidos y en menor grado cultivados, que sostienen una ganadería no muy vigorosa, sin embargo, es aquí donde este tipo de actividad encuentra su mejor desarrollo. De gran importancia, debido al constante crecimiento de áreas sometidas a esta práctica, es la agricultura nómada, caracterizada por el alto grado de perturbación que propicia en la vegetación natural y la reducción de un gran número de comunidades, que al ser sometidas al cultivo degradan los terrenos y se mantienen en forma casi permanente a nivel de vegetación secundaria. La explotación forestal también ha propiciado el deterioro de la vegetación y del suelo, debido a la falta de organización y planeación para el aprovechamiento de este recurso; la madera extraída, se utiliza para la fabricación de muebles, leña, carbón y otros; frecuentemente se propician quemas e incendios, para convertir estos bosques en terrenos de pastoreo o de cultivo, con rendimientos bajos, acelerando la erosión del suelo.

## 4.3.3. Tipo y calidad de fauna silvestre en condiciones actuales

La fauna silvestre en el área de influencia directa es escasa y de baja diversidad debido al alto grado de urbanización. Se reportan principalmente:

- Aves: palomas, gorriones, zanates, golondrinas y otras especies generalistas urbanas.
- Mamíferos: ardillas, tlacuaches, murciélagos y perros y gatos ferales.
- Reptiles: lagartijas del género Sceloporus y algunas serpientes inofensivas en zonas periurbanas.
- Anfibios: presencia reducida, asociada a cuerpos de agua temporales.

La calidad de la fauna es baja en la zona del proyecto; las comunidades faunísticas están fuertemente afectadas por la perturbación del hábitat y la contaminación del río Atoyac. No se registra presencia de fauna de importancia especial en la traza del macro colector, aunque se recomienda supervisión durante la construcción para detectar especies bajo protección.

## 4.4. Ecosistemas y paisaje

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

Los ecosistemas presentes en el área de influencia son:

- Ecosistema urbano: dominante en la Ciudad de Puebla; altamente transformado, con impactos severos sobre suelo, agua y biodiversidad.
- Ecosistema agrícola: con cultivos de temporal (maíz, frijol) y fruticultura; moderadamente transformado.
- Ecosistema ripario (ribereño): asociado al río Atoyac y sus afluentes; en estado de degradación severa por la descarga de aguas residuales sin tratar. La contaminación orgánica y bacteriológica afecta la biodiversidad acuática y las riberas.
- Ecosistema de bosque templado: presente en las zonas de mayor altitud; en estado relativamente conservado, aunque con presión por expansión urbana.

El proyecto, al interceptar y conducir las aguas residuales hacia tratamiento, contribuirá directamente a la recuperación del ecosistema ripario del río Atoyac.

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

No aplica

### 4.4.3. Características del paisaje y situación actual

El paisaje del área de influencia es predominantemente urbano-periurbano, con presencia de elementos naturales degradados. El río Atoyac, que debería ser un corredor visual y ecológico de primer orden, presenta en la actualidad una imagen de deterioro grave: riberas con residuos sólidos, aguas turbias y oscuras, y ausencia de vegetación riparia densa.

La calidad escénica del paisaje en la zona es baja a media, con alto impacto visual de la infraestructura urbana y la contaminación hídrica.

## 4.4.4. Medio socioeconómico

La ciudad de Puebla de Zaragoza cuenta con una población de 1,542,232 habitantes según datos del XIV Censo de Población del INEGI en el año 2020 representando un aumento de 108,170 habitantes respecto al censo de 2010; siendo por su población la ciudad más poblada del estado de Puebla y la 5° ciudad más poblada de México.

Su área urbana se extiende por otros municipios del estado de Puebla y del vecino de Tlaxcala conformando la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala que cuenta en 2020 según datos del INEGI con una población de 2,776,893 habitantes por lo que es la 4° área metropolitana más poblada de México solo debajo de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara.

Los datos de población proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática están organizados principalmente a través del Censo de Población y Vivienda, desglosándose en diversas categorías demográficas, geográficas y socioeconómicas para facilitar el análisis.

Clasificación por Estructura Demográfica (Edad y Sexo)

- Sexo: Total de población, hombres y mujeres.
- Edad: La población se agrupa generalmente en quinquenios (0-4, 5-9, 10-14..., hasta 85 y más) para conformar pirámides poblacionales.
- Grandes grupos de edad: Menores de 15 años, 15 a 59 años, y 60 años y más.

División Geográfica (Niveles de Desglose)

El INEGI utiliza un Marco Geoestadístico que permite desglosar la información desde el nivel nacional hasta el nivel de manzana:

- Nacional: Total del país.
- Entidad Federativa: Datos desglosados por los 32 estados.
- Municipal: Información detallada para cada uno de los 2,453 municipios.
- Localidad: Clasificación por tamaño de localidad (urbana, rural, número de habitantes).
- Área Geoestadística Básica (AGEB) y Manzana: La división más pequeña disponible.

Características Socioeconómicas y Culturales

- Educación: Nivel de escolaridad, alfabetismo.
- Salud: Derechohabiencia y limitaciones en la actividad (discapacidad).
- Cultura: Población indígena, habla de lengua indígena, religión.
- Hogar y Vivienda: Tamaño del hogar, servicios básicos de la vivienda.

Para el caso que compete a este estudio utilizaremos el Área Geoestadística Básica que es una extensión territorial que corresponde a una subdivisión de las localidades (ciudades o pueblos). Se dividen en dos tipos principales dependiendo de su ubicación:

AGEB Urbana

Es la que encontramos dentro de las ciudades.

- Se delimita por manzanas (generalmente de 1 a 50 manzanas).
- Sus límites suelen ser calles, avenidas, ríos o vías de tren.
- Es la unidad fundamental para los censos: permite saber exactamente cuántas personas viven en un barrio o colonia específica sin mezclar los datos con el resto de la ciudad.

AGEB Rural

Se utiliza en el campo y zonas de baja densidad poblacional.

- Abarca extensiones de terreno mucho más grandes que la urbana.
- Sus límites son rasgos naturales (cerros, arroyos) o infraestructura (carreteras, límites de parcelas).
- Agrupa localidades pequeñas (rancherías o caseríos) que tienen pocos habitantes.

## 4.5. Diagnóstico

La principal corriente de la Ciudad de Puebla, es el Río Atoyac que recorre el municipio primero en sentido norte-sur por su extremo oeste sirviendo en varios tramos de límite con municipios del mismo Estado; además existen numerosos arroyos que descienden desde las laderas de La Malinche y que tras atravesar la mancha urbana de la ciudad de Puebla de Zaragoza desaguan en la presa de Valsequillo. La mayoría de ellos formando barrancas en su descenso debido a la naturaleza del suelo que atraviesan, muchas de ellas han sido urbanizadas y en muchos casos presentan grave deterioro ecológico siendo la principal problemática ambiental del área de influencia las descargas de aguas residuales sin tratar al río Atoyac, que afecta la calidad del agua superficial y subterránea, la biodiversidad acuática y riparia, y la salud pública de las comunidades aledañas.

En la Ley del Agua para el Estado de Puebla se le conoce como aguas residuales a las aguas provenientes de las descargas de usos público, urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas. Se estima que 3 mil 456 l/s van a la red de drenaje.

De acuerdo con datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la ciudad de Puebla tiene dos puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento a ríos, los cuales son Atoyac y Alseseca.

También tiene dos puntos de descarga a presas y tres puntos a suelos y barrancas.

Información de la dependencia federal refiere que cerca del 60 % de las aguas residuales en la ciudad

de Puebla terminan en plantas de tratamiento. Las aguas tratadas son el resultado de un proceso de tratamiento para remover sus cargas contaminantes, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

El municipio de Puebla cuenta con un total de 4 plantas potabilizadoras, con una capacidad total instalada de 715 l/s y un caudal potabilizado de 545 l/s.

En las plantas de San Felipe el método que se emplea es de osmosis inversa, mientras que en la planta de San Felipe se dedica a la remoción de sulfuros y en las plantas Atlixcáyotl y Quetzalcóatl se basan en procesos de ablandamiento.

Respecto a la planta de tratamiento, la más grande es San Francisco, localizada en el municipio de Puebla, que tiene una capacidad instalada de 1,100 l/s y un caudal tratado de 1,100 l/s, y utiliza un proceso primario avanzado. El cuerpo receptor de esta agua tratada es el Río Atoyac.

Las otras plantas de tratamiento de aguas residuales son Atoyac Sur, Parque Ecológico, Puebla Alseseca, y Puebla Barranca el Conde.

En estos receptores se hace el proceso, se retiran basura, arena, grasas, inclusive separación de sólidos en suspensión y materia orgánica presente en el agua. Estas plantas de manera conjunta tienen una capacidad instalada total de 1520 l/s y un caudal tratado de 960 l/s. Todas estas plantas vierten el agua tratada en los Ríos Atoyac y Alseseca, con excepción de la planta Parque Ecológico que usa una parte del agua tratada para áreas verdes.

Se considera necesario revisar el sistema de drenaje de la ciudad de Puebla, ya que en algunas zonas es obsoleto. Además de dar mantenimiento al sistema de servicio de drenaje de la ciudad y las diferentes zonas, también es necesario fomentar la cultura de no tirar la basura en la calle, porque genera diversos problemas a los drenajes.

El sistema de alcantarillado sanitario en la zona norte del municipio de Puebla es una infraestructura crítica que enfrenta retos monumentales debido a la topografía, la antigüedad de las redes y la intensa actividad industrial de la región. A diferencia de otras zonas de la ciudad, el norte debe gestionar no solo desechos domésticos, sino también importantes volúmenes de aguas residuales industriales.

A pesar de ser una zona industrializada, el alcantarillado en el norte presenta deficiencias estructurales:

- Azolvamiento y Basura: La acumulación de desechos sólidos en las barrancas y alcantarillas es la principal causa de inundaciones en puntos críticos como el Puente de México o la zona de la Autopista. En 2026, los operativos de "desazolve preventivo" son constantes pero insuficientes ante la falta de cultura ciudadana.

- Descargas Clandestinas: En las juntas auxiliares del norte (como San Sebastián de Aparicio), persisten descargas directas de aguas negras a barrancas sin pasar por la red de alcantarillado oficial, lo que genera focos de infección y malos olores persistentes.

- Corrosión por Desechos Químicos: En algunas áreas cercanas a zonas textiles, el alcantarillado sufre una degradación acelerada debido a que las descargas (a veces calientes o ácidas) corroen las tuberías de concreto, provocando socavones.

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

## Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales tiene por objeto analizar y evaluar las actividades impactantes, con el objeto de implementar las medidas preventivas o de mitigación que garanticen la reducción de los efectos adversos y resaltar los efectos benéficos con la realización de la obra.

Se toma como base la metodología propuesta por CONESA FERNÁNDEZ. -VITORA, en combinación con una variante de la Matriz de Leopold (1971), que consiste en correlacionar las actividades que se ejecutaran durante la obra con los factores ambientales; y en la que cada intersección de columna y renglones determina el impacto que tiene posibilidad de ocurrir en las diferentes etapas del proyecto.

El Medio abiótico, Medio biótico y Medio Socioeconómico, son los tres aspectos que se consideran, para la caracterización del escenario ambiental del sitio de proyecto, ya que presentan características que le son propias, y sobre el cual se ocasionarán los impactos particulares de acuerdo a las actividades y al entorno que le rodea. Para tener una descripción más detallada, las acciones del proyecto y las características del escenario ambiental se subdividen, identificando, además, las posibilidades de mitigación. Para realizar este tipo de matrices es necesario identificar y definir los impactos y caracterizarlos.

**Tabla 5.2 Matriz de identificación de impactos**

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | | x | x | x | 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 |
| 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 en peligro de extinción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C.1. Usos de suelo | C.1.1. Usos de suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C.1.2. Generación de residuos | | x | x | 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 públicos | C.3.1. Vialidades | x | 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 | x |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.1. Incidencia visual | | x | x | x | | x | x | | x | | | x | x | x | x | x | | | |

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<br>A.1.2. Tipos de suelo | Modificación de la topografía de las calles<br>Remoción y ocupación de suelo |
| A.3.2. Infiltración | Modificación permanente del coeficiente de permeabilidad |
| A.4.1. Calidad del aire<br>A.4.2. Ruido | Emisión de partículas y gases de efecto invernadero<br>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<br>C.2.2. Disposición de aguas residuales | Tratamiento y disposición de azolves<br>Tratamientos de aguas residuales |
| C.3.1. Vialidades | Ocupación 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.

### Cuantificación de atributos.

Se realizó el análisis, asignando valores para los diferentes atributos de las acciones impactantes en los factores ambientales. En la Tabla 5.4 se ilustra el resumen del análisis de cuantificación de atributos.

| 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.Excavacaión | 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 | -27 | -38 | 0 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -32 | 0 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -82 | 44.4 |
| | A.1.2. Tipos de suelo | 0 | -31 | -38 | 0 | 0 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | 0 | -33 | 0 | -33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -151 | 55.0 |
| A.3. Agua | A.3.2. Infiltración | 0 | -21 | -24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -21 | -35 | -38 | -36 | 0 | 0 | 0 | 0 | -21 | -196 | 56.9 |
| A.4. Aire | A.4.1. Calidad del aire | 0 | -19 | -21 | -16 | 33 | -22 | -16 | 0 | 0 | -13 | -15 | -16 | -21 | -18 | -22 | 0 | 27 | 0 | 0 | -139 | 62.7 |
| | A.4.2. Ruido | 0 | -21 | -25 | -21 | 0 | -22 | -21 | -19 | 0 | -16 | -17 | -23 | -24 | -21 | -25 | 0 | 0 | 0 | 0 | -255 | 82.5 |
| B.1. Flora y vegetación | B.1.1. Vegetación natural con alto valor económico | 0 | -28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -28 | 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 | -29 | 0 | -29 | 40.4 |
| | C.1.2. Generación de residuos | 0 | -20 | -25 | -17 | 0 | 0 | -16 | 0 | -16 | 0 | 0 | 0 | -22 | -20 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | -113 | 78.1 |
| 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 | 0 | 34 | -20 | 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 | 22 | -22 | 0 | 28.4 |
| C.3. Servicios públicos | C.3.1. Vialidades | -22 | -20 | -22 | -26 | 0 | 0 | -21 | -20 | -6 | -18 | -20 | -22 | -23 | -15 | 23 | 24 | 0 | 0 | 0 | -188 | 78.6 |
| C.4. Economía | C.4.1. Generación de empleos | 18 | 19 | 20 | 19 | 19 | 20 | 18 | 19 | 0 | 17 | 16 | 20 | 19 | 18 | 19 | 19 | 20 | 17 | 17 | 334 | 96.0 |
| C.5. Ecosistema y paisaje | C.5.1. Incidencia visual | 0 | -20 | -23 | -18 | 0 | 0 | -18 | 0 | -24 | 0 | 0 | -20 | -21 | -17 | 22 | 19 | 0 | 0 | 0 | -120 | 62.2 |



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

Derivado del análisis se puede concluir:

• El AIRE es el factor más impactado de manera negativa con un valor de -302 en términos de nivel de ruido debido al uso de la maquinaria de construcción y por el tránsito de camiones. Por otra parte, en la calidad del aire se obtiene un valor relativo de -148 por la emisión de gases de motores de combustión interna y generación de material particulado (polvo) durante las actividades de preparación del sitio, excavación, movimiento de tierras y tránsito de camiones.

• Los servicios públicos, en particular, el uso de las VIALIDADES es el segundo factor impactado por la ocupación temporal de las calles durante la mayoría de las actividades.

• La etapa más impactante es la PREPARACIÓN DEL SITIO debido a las actividades de Despalme y Excavación ya que impactan significativamente al suelo y a la calidad del aire por la remoción del suelo existente y por la generación de material particulado, respectivamente.

• La tercera actividad impactante es la RELLENO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS con un valor relativo de –156, con impactos en la calidad del aire y en el suelo, lo anterior, como consecuencia de la emisión de gases y la modificación del coeficiente de permeabilidad, respectivamente.

• Las actividades: Mantenimiento de maquinaria y equipo, Retiro de residuos de la construcción y Colocación de señalamientos horizontales, producen impactos ambientales positivos.

• Con base en la Tabla 5.4 se puede concluir que de llevarse a cabo la obra se producirán impactos ambientales negativos en cada uno de los factores ambientales, por esta razón, es de suma importancia establecer medidas de prevención y mitigación (Capítulo 6). Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

En este capítulo se presentarán las medidas necesarias para la prevención y/o mitigación de los impactos ambientales negativos que se identificaron como posibles durante la realización del proyecto, dicha información se presenta de acuerdo con las etapas establecidas en el presente proyecto; preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

Para las propuestas de medidas de prevención se tomará en cuenta que los impactos negativos podrán evitarse o disminuir, ya sea que se apliquen previamente a la realización de las actividades del proyecto.

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

## 6.1. Medidas de prevención

La propuesta de estas medidas incluye el diseño y ejecución de obras o actividades que anticiparan los impactos negativos que se producirán durante la obra y que afecte el entorno social y natural del sitio donde se ubicara el proyecto.

Al ejecutar el proyecto se identificaron las siguientes medidas que podrán ser aplicadas para evitar impactos ambientales negativos que pudieran desarrollarse con la realización de las actividades del proyecto y las cuales se describen a continuación.

**Medida de Prevención No. 1:** Platica informativa con el personal a laborar en la obra

Objetivo: Evitar que cualquier trabajador haga caso omiso de alguna medida de mitigación.

Elemento ambiental por prevenir: Todos los elementos identificados en el proyecto.

**Medida de Prevención No. 2:** Disposición de residuos solidos

Objetivo: Evitar la presencia de restos de comida, botellas de plástico (PET), embaces de aluminio para prevenir la contaminación del suelo.

Factor ambiental por prevenir: Geomorfología y relieve, tipos de suelo, Calidad del aire y generación de residuos.

**Medida de Prevención No. 3:** Manejo de residuos fisiológicos

Objetivo: Evitar el fecalismo al aire libre por cuenta de los trabajadores, esto producirá daño a la salud de los habitantes.

Factor ambiental por prevenir: Calidad del aire, aguas residuales y generación de residuos.

**Medida de Prevención No. 4:** Manejo de agregados (arena, grava, cemento y cal)

Objetivo: Evitar emisiones de partículas al aire por el manejo de agregados.

Factor ambiental por prevenir: Calidad del aire.

**Medida de Prevención No. 5:** Revisión de maquinaria.

Objetivo: Evitar contaminantes al medio en la zona de trabajo debido al derrame de aceites, emisiones a la atmosfera y exceso de ruido.

Factor ambiental que prevenir: Tipos de suelo, Microclima, Hidrología, Infiltración, Calidad del aire, Ruido y Generación de residuos.

**Medida de Prevención No. 6:** Contaminación por ruido

Objetivo: Evitar la contaminación auditiva en la zona de la obra que puede afectar a los habitantes de la zona.

Factor ambiental que prevenir: Contaminación auditiva.

**Medida de Prevención No. 7:** Estabilidad de excavaciones

Objetivo: Seguridad para los trabajadores

Factor ambiental que prevenir: Geomorfología-relieve y tipos de suelo.

**Medida de Prevención No. 8:** Escurrimientos e infiltración

Objetivo: Evitar la obstrucción de escurrimientos naturales y de recargas hacia los acuíferos.

Factor ambiental que prevenir: Hidrología e infiltración.

**Medida de Prevención No. 9:** Calidad de agua subterránea

Objetivo: Evitar derrames de combustible y lubricantes en la zona de trabajo.

Factor ambiental que prevenir: Hidrología, infiltración y Generación de residuos.

**Medida de Prevención No. 10:** Vialidades

Objetivo: Disminuir el tráfico vehicular en las calles afectadas por la obra.

Factor ambiental que prevenir: Vialidades.

## 6.2 Medidas de mitigación

Dentro de toda obra civil existen impactos negativos, a los cuales no solo se les podrá aplicar alguna medida preventiva ya que forman parte de las actividades propias de una construcción. En este tipo de impactos se recurrirá a la aplicación de medidas de mitigación, las cuales consisten en diseñar, ejecutar obras y actividades dirigidas, a disminuir los impactos negativos generados por el proyecto hacia el entorno social y natural de la zona de estudio.

Las medidas de mitigación a grandes rasgos podrían:

- Evitar en su totalidad un impacto mediante la cancelación de actividades innecesarias.
- Disminuir considerablemente los impactos, limitando algunas actividades durante la obra.
- Remediar los impactos provocados, esto mediante la restauración del medio que se vea afectado.

Para el siguiente proyecto se proponen las siguientes medidas de mitigación, las cuales podrán ser implementadas por la empresa que realice la obra.

### I. Medidas de mitigación hacia las afectaciones de salud a los trabajadores.

- Proporcionar a los trabajadores de agua embotellada para prevenir la deshidratación.
- Proporcionar a los trabajadores durante los trabajos cubrebocas para evitar la exposición a polvo y gases.
- Para evitar daños por exposición al ruido los trabajadores deberán emplear tapones auditivos.

### II. Medidas de mitigación hacia las afectaciones de la seguridad de los trabajadores

- Asegurar que los trabajadores empleen el equipo de seguridad necesario en la zona de la obra.
- Durante las excavaciones se deberá asegurar que las mismas cuenten con el talud necesario para evitar derrumbes.
- En zonas inestables deberá emplearse tablestacado.

**III. Medidas de mitigación hacia las afectaciones de la salud y seguridad de la población.**

- Instalar debidamente los señalamientos de viales, colocar malla en zonas de excavación y no permitir el acceso a las zonas de los trabajos sin equipo de seguridad.
- Evitar el uso de maquinaria fuera del horario estipulado para la realización de los trabajos.
- Limitar la velocidad máxima de los camiones y maquinaria dentro de la zona urbana para evitar algún accidente.
- Evitar que los camiones de volteo circulen en zonas urbanas con su caja abierta en zonas urbanas.

**IV. Medidas de mitigación hacia las afectaciones que pueden alterar la calidad del suelo.**

- Los trabajadores deberán emplear para realizar sus necesidades fisiológicas los baños portátiles que deberán ser instalados en la zona donde se realizara el proyecto.
- Prohibir totalmente cualquier actividad de mantenimiento de maquinaria, equipos menores y camiones volteo.
- Almacenar los combustibles en recipientes que garanticen que no se presentaran derrames accidentales o imprudenciales y el lugar de almacenamiento deberá tener una excelente ventilación.

**V. Medidas de mitigación hacia las afectaciones que pueden afectar la calidad del agua y la infiltración.**

- Prohibir cualquier lavado de maquinaria en la zona de proyecto.
- Evitar de preferencia que los trabajos se realicen en épocas de lluvias, para evitar los arrastres de material que puedan comprometer la infraestructura de drenaje y por consiguiente provocar.
- Pavimentar únicamente donde la calle se encuentre en este estado.

**VI. Medidas de mitigación hacia las afectaciones que pueden afectar el escurrimiento, infiltración y la geomorfología y relieve.**

- Antes de la instalación de las tuberías se deberá llevar a cabo las pruebas hidrostáticas correspondiente para garantizar que no se presenten fugas por trabajos mal ejecutados. Una vez construida la línea de conducción se deberá llevar a cabo una revisión periódica, con el fin de detectar fugas en la tubería.
- Se deberá verificar en los trabajos de relleno que estos correspondan al grado de compactación establecido en el proyecto.
- Se realizará la reparación de calles hasta dejarlas en su estado inicial (Pavimentadas, empedradas, etc).

**VII. Medidas de mitigación hacia las afectaciones que pueden alterar la calidad del aire.**

- Revisión periódica de los vehículos y maquinaria para evitar la contaminación debido a la emisión de contaminantes.
- Evitar que los residuos sólidos generados por la obra permanezcan más de 3 días en la zona de los trabajos.
- Evitar que los camiones de carga circulen con sus cajas destapadas en zonas urbanas.
- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a todos los equipos que se emplearan en la obra.

**VIII. Medidas de mitigación hacia las afectaciones que pueden alterar la Flora y Vegetación**

- Durante las obras de desmonte y despalme se debe asegurar que únicamente se afecte el área de la obra.
- Colocar los residuos de la construcción en áreas sin vegetación.
- Después de la construcción se deberá dejar el sitio en sus condiciones originales, es decir, por ningún motivo se dejarán residuos de la construcción, lo anterior, con el fin de que la vegetación pueda extenderse hasta sus condiciones iniciales

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

## 6.1. Descripción de alternativas a futuro

La descripción de las alternativas consistió 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

A continuación, se describen 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 negativos en los medios bióticos y abióticos, sin embargo, el medio se continuará socioeconómico es afectado significativamente ya que, al no construirse los colectores, los pobladores continuarán descargando sus aguas residuales a las barrancas y poniendo en riesgo su salud debido a la alta probabilidad de infecciones; así como de continuar con el deterioro ambiental de flora y fauna debido a que la misma contaminación afecta el ciclo de vida y reproducción.

En el caso de no construirse el proyecto se limita la prestación de los servicios básicos a la población de la zona de influencia directa ya que no solo carecen del servicio de drenaje sanitario, sino de un tratamiento de aguas residuales, faltando a lo establecido en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos donde establece el derecho de toda familia a disponer de una vivienda digna y decorosa, y el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar.

Cabe mencionar que la población se encuentra permanentemente expuesta a los focos de infección por las descargas existentes sobre los canales y vialidades de la zona sin una conducción adecuada ni un tratamiento final.

Las afectaciones sobre el medio son de vital importancia ya que de no ejecutarse la obra la hidrología superficial y subterránea no mejorará en nada sus condiciones y por lo tanto el desarrollo adecuado de los sistemas estaría lejos de existir.

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

Si el proyecto se construyera por etapas los impactos ambientales serían producidos conforme al desarrollo de la construcción. Verificando el punto prioritario por el cuál debería iniciarse los trabajos para atacar de manera inmediata la contaminación y los focos de infección más próximos a la población. En este caso, se tendrá que realizar una valoración para determinar las secuencias de las zonas de construcción ya que se tendrán que priorizar las áreas con mayor impacto en cuanto al suministro de agua, y de mayores descargas.

El tiempo en cuanto a la afectación de los medios bióticos y abióticos al término de la construcción de la obra será la misma que se calculó en este estudio, ya que no tiene influencia sobre la afectación.

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

Este escenario ambiental es el que se describe en el presente estudio y que tiene como principal objetivo la realización, terminación y operación del mismo para contribuir a mejorar las condiciones socioambientales de las localidades a beneficiar.

De esta manera se podrá efectuar la operación del sistema de manera eficiente y dando cumplimiento a lo mencionado en el presente documento. Los impactos ambientales negativos generados en los medios bióticos y abióticos serán compensados con los impactos positivos producidos en el medio socioeconómico y con las medidas de prevención y mitigación de impactos.

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

En el supuesto de que el macro colector se construyera completamente y no entrara en funcionamiento, los impactos ambientales ocasionados por la construcción de sistema en los medios biótico y abiótico serán los que se identificaron en el presente estudio, pero al no ser operado el sistema, los beneficios de la construcción no generarán impactos positivos por lo que se habrán producido únicamente impactos negativos en el ambiente.

Con base en lo anterior, es importante tener presente que la adecuada operación del sistema es una de las medidas de mitigación más importantes del estudio y representa la meta del proyecto representando un impacto positivo en el medio y en la población.