INFORME PREVENTIVO

Recuperación de un cauce y reducción de escorrentías en la cabecera municipal de Atlautla, Estado de México.

Descripción breve

Documento que presenta Pronatura México en colaboración con el Municipio de Atlautla para la evaluación por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Contenido

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. 3

1.1. Nombre del proyecto 3

1.2. Ubicación del proyecto 3

1.3. Superficie total del predio y del proyecto 4

1.4. Duración total del proyecto 4

1.5. Promovente 4

1.5.1. Registro Federal de Contribuyente 4

1.5.2. Representante Legal de la Organización 4

1.5.3. Domicilio y medios de contacto para oír y recibir notificaciones 4

1.6.1. Registro Federal de Contribuyente 5

1.6.2. Representante Legal 5

1.6.3. Domicilio y medios de contacto para oír y recibir notificaciones 5

1.7. Responsable del Informe Preventivo 5

CAPÍTULO 2. REFERENCIA AL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 6

2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 6

2.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 6

2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) 8

CAPÍTULO 3. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES 14

3.1. Descripción general de la obra o actividad proyectada 14

3.2. Identificación de las sustancias o productos que van a emplearse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas 16

3.3. Identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como medidas de control que se pretendan llevar a cabo 17

3.4. Descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto 18

3.4.1. Climatología 18

3.4.2. Precipitación 18

3.4.3. Hidrología 19

3.4.4. Geología de la Región 19

3.4.5. Tipo de suelo 19

3.4.6. Vegetación 20
3.4.7. Fauna 21
3.4.8. Otras fuentes de contaminación 22
3.5. Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación 22
3.5.1. Impactos durante la implementación 22
3.5.2. Mitigación durante la implementación 23
3.5.3. Impactos durante la fase de operación 23
3.5.4. Mitigación durante la operación 24
3.5.5. Impactos en el abandono del proyecto 24
3.5.6. Mitigación en el abandono del proyecto 25
3.6. Planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto 26
3.7. Imágenes ilustrativas del área de intervención 27
3.8. Condiciones adicionales 32
3.9. REFERENCIAS 36

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

1.1. Nombre del proyecto

Recuperación de un cauce y reducción de escorrentías en la cabecera municipal de Atlautla, Estado de México.

1.2. Ubicación del proyecto

Coordenadas puntuales de las acciones:

19° 0'29.74", -98°46'10.43"
19° 0'29.83", -98°46'9.82"
19° 0'32.37" - 98°46'5.41"
19°0'32", - 98°46'4"
19°0'33", - 98°46'3"
19°0'35", - 98°45'60"
Mapa de las acciones:

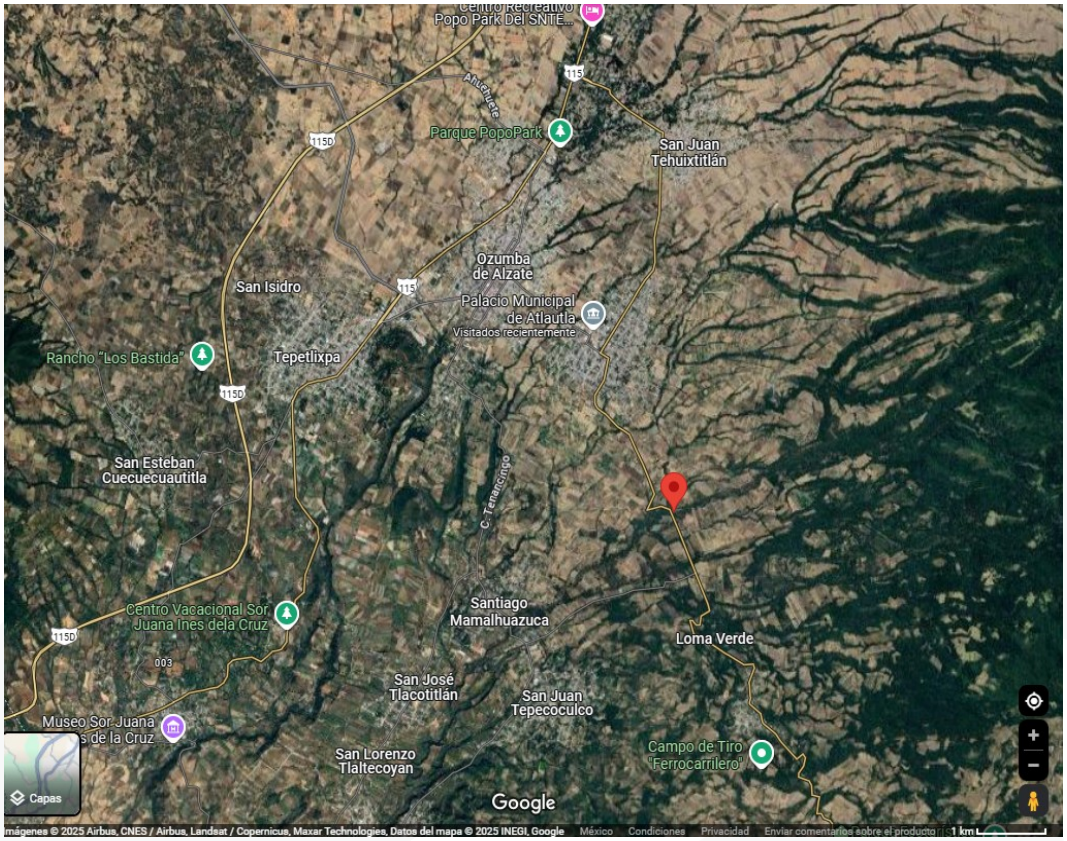

Fig. 1. Mapa de localización de la zona de intervención respecto a la localidad de Atlautla

1.3. Superficie total del predio y del proyecto

No se contempla una superficie específica del predio al ser una propuesta de obras de conservación en un cauce de jurisdicción federal. La superficie que ocuparán los elementos de las obras suman un total de 238.615 m^2 distribuidos en seis puntos a lo largo de aproximadamente 400 m lineales del cauce.

1.4. Duración total del proyecto

Período de implementación: 6 meses

Período de operación: 10 años (mínimo esperado)

1.5. Promovente

Actividad Principal de la Organización

Dentro de su objeto social se incluye la promoción, el fomento, realización y colaboración en actividades encaminadas a la conservación de aquellas áreas del territorio de la República Mexicana que constituyen ecosistemas naturales importantes por los recursos de flora y fauna contenidos en ellos, contribuyendo en esta forma a lograr un desarrollo armónico e integral del país y a conservar para las generaciones futuras un patrimonio de riqueza natural.

Instrumento Jurídico Mediante el Cual se Constituyó la Empresa u Organismo Solicitante

1.5.1. Registro Federal de Contribuyente

1.5.2. Representante Legal de la Organización

_____

1.5.3. Domicilio y medios de contacto para oír y recibir notificaciones

1.6. Interesado

Municipio de Atlautla

Actividad Principal de la Organización

1.6.1. Registro Federal de Contribuyente

1.6.2. Representante Legal

_____

1.6.3. Domicilio y medios de contacto para oír y recibir notificaciones

1.7. Responsable del Informe Preventivo

1.7.1. Responsables Técnicos:

_____

_____

CAPÍTULO 2. REFERENCIA AL ARTÍCULO 31 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

El Proyecto de Recuperación de un Cauce y Reducción de Escorrentías tiene como finalidad optimizar los procesos de conservación y restauración hidrológica, orientados a incrementar la resiliencia hídrica regional. En cumplimiento con la normativa aplicable, se identifican los instrumentos jurídicos y técnicos que regulan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales significativos. Asimismo, se establece la vinculación con los instrumentos de planeación territorial que garantizan la congruencia del proyecto con el marco regulatorio vigente.

2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Este ordenamiento constituye el marco jurídico supremo que regula la organización del Estado mexicano, incluyendo la tutela del medio ambiente Dentro de su artículo 4, señala que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley". Considerando que la conservación de superficie hidráulica con la consiguiente recarga de los mantos acuíferos contribuye de forma directa e indirecta en el desarrollo de las personas, y la regeneración de un medio ambiente sano, es posible determinar que el proyecto se alinea al objetivo constitucional al coadyuvar para la disponibilidad de agua y la mejora de los servicios ambientales.

En el artículo 27 del mismo ordenamiento, se establece que *"Son propiedad de la nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de 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".* El resguardo de estos bienes nacionales se encuentra a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Derivado que la obra se realizará sobre un arroyo intermitente tributario del Río Cuautla, una vez autorizada la obra, se iniciará ante dicha autoridad (Organismo de Cuenca Balsas) permisos y concesiones correspondientes tomando en cuenta que ya existe una pre-validación técnica favorable de su parte.

2.2. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Esta Ley reglamentaria de la Constitución establece el marco de referencia para los proyectos que puedan generar impactos ambientales. Sus principios rectores se orientan a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, el desarrollo sustentable y la recuperación de los recursos naturales. En este contexto, la recuperación del cauce del Río

Moctezuma se ajusta plenamente a dichos principios, al promover la restauración del equilibrio ecológico mediante el cuidado del agua y en beneficio de las comunidades colindantes que dependen de este recurso.

A su vez, la Ley determina en su artículo 5, fracción IX, que será facultad de la Federación *"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"*. En cuanto a las actividades señaladas en el artículo 28, que son aquellas que requieren la presentación ante esta Secretaría de una Manifestación de Impacto Ambiental, dentro del que se contempla en la fracción X, las *"Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales"*, como es el caso del Proyecto de Recuperación de un Cauce y Reducción de Escorrentías.
Sin embargo, este instrumento ambiental prevé excepciones a la obligación de presentar la Manifestación de Impacto Ambiental. En determinados casos, la evaluación se realizará mediante la presentación de un Informe Preventivo, los cuales se describen a continuación:

> ARTÍCULO 31.- La realización de las obras y actividades a que se refieren las fracciones I a XII del artículo 28, requerirán la presentación de un informe preventivo y no una manifestación de impacto ambiental, cuando:
>
> I.- Existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades;
>
> II.- Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas por un plan parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que haya sido evaluado por la Secretaría en los términos del artículo siguiente, o
>
> III.- Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales autorizados en los términos de la presente sección.
>
> En los casos anteriores, la Secretaría, una vez analizado el informe preventivo, determinará en un plazo no mayor de veinte días si se requiere la presentación de una manifestación de impacto ambiental en alguna de las modalidades previstas en el reglamento de la presente Ley, o si se está en alguno de los supuestos señalados. La Secretaría publicará en su Gaceta Ecológica, el listado de los informes preventivos que le sean presentados en los términos de este artículo, los cuales estarán a disposición del público.

Considerando las características del proyecto, se determina que su ejecución y relevancia ambiental están contempladas en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de México y su actualización de 2023. En consecuencia, el Proyecto de Recuperación de un Cauce y Reducción de Escorrentías se ubica dentro del supuesto previsto en la fracción II del artículo

31, por lo que corresponde solicitar a la Secretaría la evaluación conforme a los requerimientos y especificaciones aplicables para la presentación del Informe Preventivo.

A continuación, se abordará la vinculación existente entre las obras proyectadas y el Ordenamiento Ecológico vigente.

2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM)

El Ordenamiento Ecológico fue decretado el 4 de junio de 1999. Debido a la proximidad con la capital del país, surgió la necesidad de incorporar criterios actualizados que respondieran al crecimiento acelerado de la mancha urbana y, en consecuencia, regular las actividades con impacto ambiental en el Estado. Por ello, el Programa ha sido modificado en diversas ocasiones, siendo la más reciente publicada en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 11 de mayo de 2023. Esta última versión constituye la base para la elaboración del presente informe. Cabe destacar que el ordenamiento ha sido evaluado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Para optimizar la administración y la gestión territorial, el Programa de Ordenamiento divide la superficie del Estado de México en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas conforme a sus características ambientales, geográficas y a los asentamientos humanos existentes. El área de intervención del Proyecto de Recuperación de un Cauce y Reducción de Escorrentías se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 0928

Como lineamiento general de la UGA 0928 señalados en el componente de modelado del POETEM, se encuentra el siguiente: “Conservar las 202.56 ha del corredor ripario, considerando los diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres, consolidando el aprovechamiento sustentable de las áreas tradicionales de agricultura y ganadería extensiva (2,670.25 ha).”

El proyecto de sistema filtrante en Atlautla contribuye a la conservación del corredor ripario al:

- Reducir la erosión hídrica y el arrastre de sedimentos, evitando el azolve en el cauce y protegiendo la estructura física del corredor.
- Favorecer la infiltración y recarga local del acuífero, lo que mantiene la funcionalidad hidrológica de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.
- Restaurar la vegetación riparia mediante estabilización de taludes y revegetación puntual, incrementando la cobertura y conectividad ecológica.
- Prevenir impactos en infraestructura aguas abajo, lo que refuerza la vocación ambiental del sitio y asegura la continuidad del corredor como zona de captación y regulación natural.
- Consolidar el aprovechamiento sustentable de áreas agrícolas y ganaderas colindantes, al disminuir la pérdida de suelo fértil y mejorar la disponibilidad de agua para actividades productivas compatibles con la conservación.

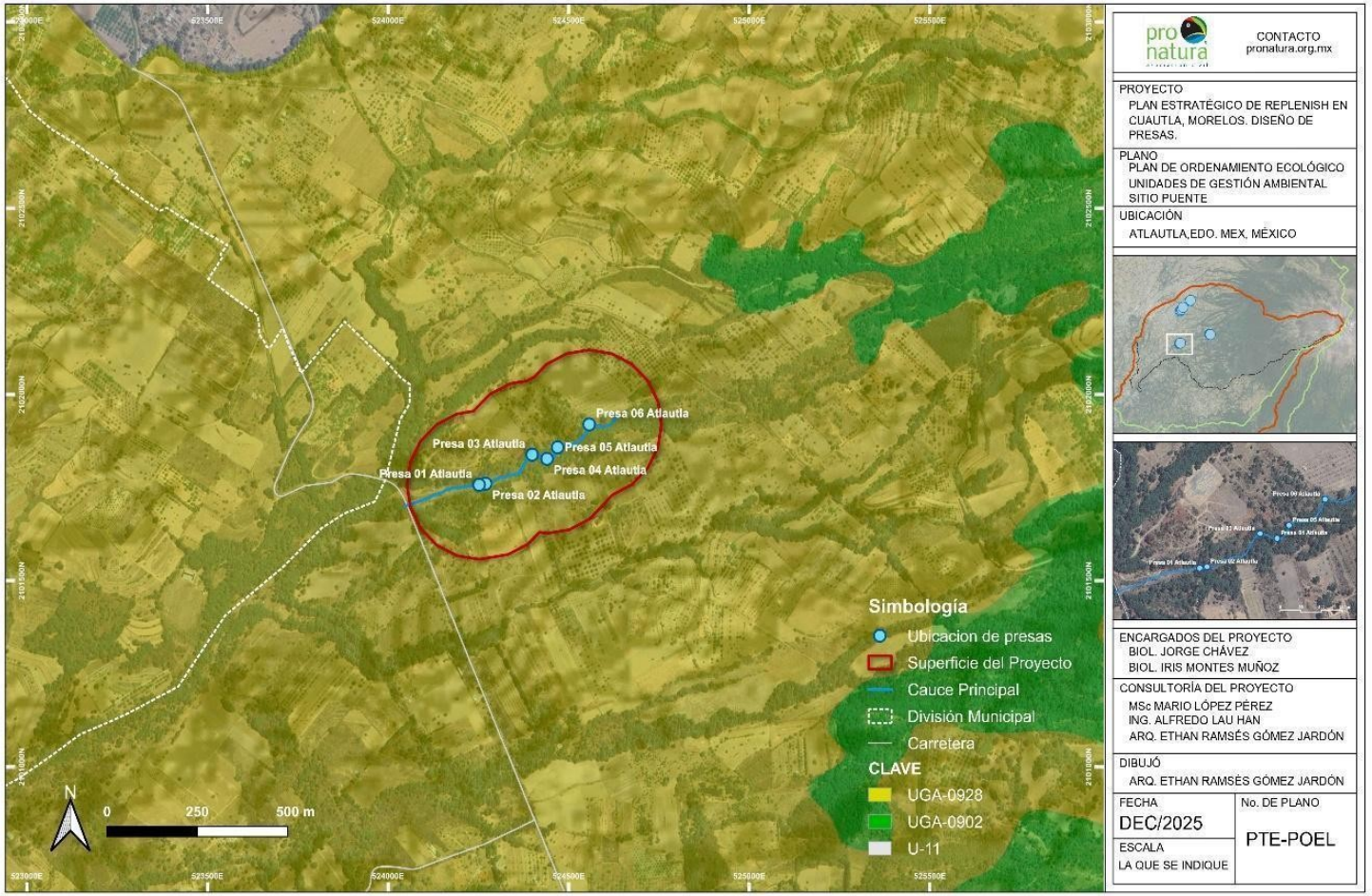

Fig. 2. Ubicación específica del proyecto respecto a las UGA señaladas en el POETEM

A continuación, se enlistan las estrategias asignadas a esta UGA y se describe cómo se vinculan al proyecto:

Estrategia	Objetivo	Vinculación con el proyecto
Aprovechamiento Sustentable	Política asignada a aquellas zonas que por sus características son aptas para el uso y manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y que no impacte negativamente sobre el ambiente. Incluye las áreas con elevada aptitud actual o potencial para varias actividades productivas, se propone además que el uso y aprovechamiento actual se reoriente a la diversificación de actividades de modo que se registre el menor impacto negativo al medio ambiente	El sistema filtrante disminuye azolve y avenidas, favorecen infiltración sin obras rígidas ni canalizaciones; generan empleo temporal y capacitación local, mejorando la utilidad social con impacto ambiental bajo.
Conservación	Política dirigida a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos	Con las obras se tendrá una mejora en el control de escorrentías y sedimentos para estabilizar cauce y ribera; además del retiro de residuos y revegetación puntual en taludes degradados; mejora del hábitat ripario y de la conectividad ecológica.

Derivado de las etapas de caracterización y diagnóstico, la reducción de la erosión hídrica para todas las UGA con erosión hídrica potencial “elevada” a partir del mapa correspondiente en el documento, la UGA 0928 se encuentra en zona de erosión actual “moderada” pero potencial “alta”, motivo por el cual el proyecto se evalúa como una alternativa para reducir la afectación.

Aunado a lo anterior, con la actualización del POETEM, se definieron 21 ejes estratégicos, los cuales se describen con sus objetivos y acciones. A continuación, se enlistan las acciones que justifican la implementación de actividades de recuperación de cauces y reducción de escorrentías, considerando los criterios y lineamientos señalados anteriormente. Se presentan estas acciones por eje y estrategia.

Eje I	Estrategia	Objetivo
PROTECCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	3. Preservación de Zonas de Captación del Agua	Proteger los ecosistemas que aporten mayor Captación de Agua a la Región.
Acciones ● Mantener, restaurar y mejorar el patrimonio natural de los bosques y sus servicios ambientales como plataforma básica del desarrollo rural, urbano y regional ● Mejorar y garantizar la recarga del acuífero en los bosques con un enfoque de cuenca		
Vinculación con el proyecto ● El sistema filtrante disminuye la erosión y el transporte de sedimentos, estabilizan el cauce y prolongan el tiempo de residencia del agua en contacto con el sustrato arenoso volcánico, favoreciendo la infiltración y la recarga del acuífero con enfoque de cuenca.		
Eje IV	**Estrategia**	**Objetivo**
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	4. Recuperación de sistemas fluviales y cuerpos de agua	Lograr la restauración fluvial, rehabilitación y restauración del estado de los ríos.
Acciones ● Restablecer con infraestructura hidráulicas y obras de restauración ecológica en las áreas de recarga hídrica los caudales de los arroyos y ríos ● Involucrar la población local en el cuidado de la vegetación riparia		
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	6. Reducción de la erosión hídrica	Mitigar la pérdida de suelos mediante aplicación de medidas de restauración además de las medidas de prevención
Acciones ● Promover la realización de obras de conservación de suelos tales como presas (de malla, piedra acomodada, geocostales, gaviones, etc.), estabilización de taludes, terrazas (de muro vivo, barreras de piedra en curvas de nivel, etc.), zanjas (trinchera, bordo, derivadoras, etc.), prácticas vegetativas (enriquecimiento de acahuales, sistemas agroforestales, acomodo de material vegetal muerto), entre otras		
Vinculación con el proyecto ● El sistema filtrante son obras de retención temporal y reconfiguración suave del lecho que operan preservando los caudales de arroyos en temporada de lluvias. ● Fomentan el involucramiento comunitario en el cuidado de vegetación riparia al ser los propios vecinos de la localidad quienes construirán las presas con equipamiento,		

<table>
<tr><td colspan="3">capacitación y asesoría técnica especializada provista por parte de Pronatura.
● La implementación de presas de geocostales contribuye a la conservación de los suelos al ralentizar las escorrentías en el cauce y por tanto disminuyen el transporte de sedimentos hacia infraestructura vial aguas abajo sin comprometer la continuidad del flujo del cauce durante la temporada de lluvias.</td></tr>
<tr><th>Eje V</th><th>Estrategia</th><th>Objetivo</th></tr>
<tr><td>MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA</td><td>9. Equilibrio hidráulico en acuíferos y cuencas</td><td>Asegurar la disponibilidad de agua</td></tr>
<tr><td colspan="3">Acciones
● Promover la realización de obras de conservación de agua tales como ollas de agua, cajas de captación, bordos, canales de derivación de escurrimientos, galerías filtrantes, entre otras</td></tr>
<tr><td>MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA</td><td>13. Protección de las zonas de recarga de acuíferos</td><td>Procurar la protección, conservación y consolidación de las zonas de recarga de acuíferos en la región mediante una adecuada gestión y supervisión, poniendo énfasis tanto en las áreas naturales como en los centros de población</td></tr>
<tr><td colspan="3">Acciones
● Delimitar de las zonas estratégicas de recarga
● Evitar la urbanización de zonas estratégicas de recarga</td></tr>
<tr><td colspan="3">Vinculación con el proyecto
● Las obras permitirán que haya una laminación de picos de avenida y fomenta la infiltración en suelos volcánicos permeables; complementa prácticas de conservación de agua a escala de microcuenca.
● Así mismo, permiten hacer una delimitación del cauce con referencias físicas y zonas de infiltración preferente para evitar rellenos y urbanización en gracias al convenio de coordinación con la autoridad municipal para mantener vocación ambiental.</td></tr>
<tr><th>Eje VII</th><th>Estrategia</th><th>Objetivo</th></tr>
<tr><td>MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</td><td>14. Fortalecimiento de la resiliencia del sistema hídrico frente a los efectos del cambio</td><td>Incluir en el manejo de los ecosistemas las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático y aumentar la capacidad de recuperación de los ecosistemas mediante la conservación y la restauración</td></tr>
<tr><td colspan="3">Acciones</td></tr>
</table>

- Proteger las áreas de recarga de acuífero con un enfoque integral de manejo de cuencas

Vinculación con el proyecto

- Las presas contribuyen en la disminución de vulnerabilidad por lluvias intensas, mejora la recarga en los suelos volcánicos permeables de la zona y permite una recuperación rápida post-evento con obras SBN de bajo mantenimiento.

Eje XIV	Estrategia	Objetivo
INFRAESTRUCTURA	5. Recuperación integral y mantenimiento del sistema hídrico estatal	Reducir las pérdidas de agua por fugas y mala administración de la red hídrica y garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos

Acciones

- Proteger las áreas de recarga de acuífero con un enfoque integral de manejo de cuencas
- Recuperar el potencial de infiltración de áreas preferentemente forestales degradadas

Vinculación con el proyecto

- Obras complementarias del proyecto contemplan el retiro de residuos y cascajo del cauce; mantenimiento programado de vertedores y estructura; monitoreo de la funcionalidad y de la acumulación de sedimentos para una gestión adaptativa.

Eje XVI	Estrategia	Objetivo
GESTIÓN AMBIENTAL ESTATAL	14. Posicionamiento del agua como recurso estratégico y de seguridad nacional	Garantizar el abastecimiento de agua a corto, mediano y largo plazo

Acciones

- Proteger las áreas de recarga de acuífero con un enfoque integral de manejo de cuencas
- Recuperar el potencial de infiltración de áreas preferentemente forestales degradadas

Vinculación con el proyecto

- Las obras contribuyen con el aumento del volumen infiltrado anual y disminución de azolves que afectan obras de abastecimiento; evidencia de beneficios medibles para seguridad hídrica local.

Como se observa, el Eje IV, relativo a la Restauración Ecológica, contempla de manera explícita la ejecución de obras como las planteadas en el presente informe. Debido a su bajo impacto ambiental y a los beneficios significativos que generan, dichas acciones han sido evaluadas y autorizadas por esta Secretaría en el marco del Ordenamiento vigente.

CAPÍTULO 3. ASPECTOS TÉCNICOS Y AMBIENTALES

3.1. Descripción general de la obra o actividad proyectada

El proyecto consiste en la construcción de seis presas filtrantes de geocostales en el cauce ubicado en el sitio conocido como "El Puente", en el municipio de Atlautla, Estado de México. Este tipo de infraestructura ligera favorece la conservación y restauración hidrológica, permite disminuir la velocidad de las avenidas pluviales, retener sedimentos y favorecer la infiltración hacia la recarga del acuífero Cuautla-Yautepec, el cual presenta un balance negativo (-0.705 hm3) y requiere medidas de recarga natural asistida para que el déficit no aumente.

El diagnóstico realizado en conjunto con autoridades municipales y comunitarias tanto en gabinete como en campo, arroja que las barrancas y cauces temporales de la zona cercana a las áreas habitadas en el municipio de Atlautla, están siendo alterados principalmente por disposición de residuos sólidos e invasión de los cauces, además de principios de erosión hídrica en algunas secciones.

El área propuesta para las obras es un cauce donde se ha iniciado un proceso de erosión en algunas secciones de los márgenes, esta erosión puede verse acelerada por la tala ilegal (la cual deberá ser controlada por las autoridades correspondientes) que genera una escorrentía mayor al disminuir la cobertura vegetal aguas arriba en zonas de las laderas del volcán Popocatépetl. Adicionalmente al finalizar esta sección del cauce, se ha comenzado a percibir el depósito de residuos sólidos de manera clandestina.

Es preciso señalar que las presas filtrantes no tienen la misma función que una presa de almacenamiento y se presentan las diferencias a continuación:

- Presa filtrante de geocostales
    - Se construye con costales de geotextil rellenos de material granular local (arena volcánica, grava).
    - Su característica principal es la permeabilidad: permite que el agua continúe su curso, pero reduce la velocidad del escurrimiento y retiene sedimentos.
    - Favorece la infiltración natural hacia el subsuelo, contribuyendo a la recarga del acuífero.
    - No genera cuerpos de agua permanentes ni embalses; su función es hidrológica y ambiental, no de almacenamiento.
    - Se considera una solución basada en la naturaleza (SBN) de bajo impacto, que estabiliza el cauce y mejora la calidad del agua al disminuir sólidos arrastrados.
- Presa de almacenamiento impermeable
    - Se construye con materiales rígidos y no permeables (concreto, compactación de arcillas, geomembranas).
    - Su objetivo es retener y acumular agua en un embalse para usos posteriores (abastecimiento, riego, energía, recreación).

- Implica un aprovechamiento directo del recurso hídrico, ya que el agua almacenada se destina a consumo humano, agrícola o industrial.
- Modifica la dinámica del cauce, generando un cuerpo de agua artificial y alterando el ecosistema ripario.
- Requiere concesiones de uso de agua y permisos específicos de explotación, al tratarse de infraestructura de aprovechamiento.

Estas estructuras son permeables y permiten que el agua continúe su curso natural, sin generar embalses ni cuerpos de agua permanentes. Por ello, el proyecto no implica uso, aprovechamiento ni explotación del recurso hídrico del cauce, diferenciándose claramente de las presas de almacenamiento impermeables que sí retienen agua para fines de consumo o producción

Cada presa filtrante estará compuesta por geocostales rellenos con material granular del propio cauce y colocados transversalmente, con empotramientos laterales y un vertedor central para mantener la continuidad hidráulica sin modificar sustancialmente la morfología del cauce.

La ejecución de la obra se realizará mediante técnicas predominantemente manuales, con herramienta menor para actividades de limpieza y acomodo del material, reduciendo al mínimo el disturbio del entorno. Las presas tendrán alturas pequeñas totales de 2 metros de alto, donde 0.5 metros son de empotramiento y 1.5 metros de altura libre, geometrías estables y factores de seguridad superiores a los criterios técnicos recomendados, garantizando su desempeño frente a los eventos de lluvia característicos de la microcuenca.

En la cara aguas arriba de cada presa se colocará una fila de gaviones rellenos de geocostales, cuya función es actuar como barrera de protección contra posibles troncos que son arrastrados en época de lluvias. Esta medida incrementa la durabilidad y estabilidad del sistema sin modificar la continuidad hidráulica ni las características naturales del flujo.

Así mismo, desde el diseño hidráulico se consideran las dimensiones del vertedor congruentes con la amplitud del cauce para evitar un estrangulamiento de este, además, al ser estructuras flexibles, se puede variar su configuración si es necesario tras un análisis técnico en la etapa operativa por lo que esta infraestructura es adaptable.

La delimitación del área de trabajo, la correcta disposición del material en sitio asegura que la intervención mantenga una huella ambiental mínima y evite impactos innecesarios en la vegetación y en los suelos adyacentes. El sitio de construcción cuenta con un canal natural cuya profundidad supera por más del triple la altura de las presas proyectadas, lo que garantiza un amplio margen de contención de inundación. En consecuencia, las obras no generan riesgo alguno de desbordamientos, ni afectaciones a parcelas, ni viviendas aledañas.

Las presas filtrantes de geocostales, tienen un carácter preventivo y restaurativo, centrado en la recuperación de la función hidrológica del cauce y la mitigación de procesos de erosión

que históricamente han generado inestabilidad y arrastre de materiales hacia zonas habitadas hacia aguas abajo.

Su diseño es coherente con los instrumentos de ordenamiento, como el programa de ordenamiento ecológico del territorio del estado de México, que clasifican este territorio como apto para actividades de conservación, manejo sustentable del suelo y obras de restauración y captación de agua pluvial.

En su fase de operación, el sistema de seis presas filtrantes permitirá incrementar de manera continua la infiltración natural, reducir el riesgo por azolves y contribuir al restablecimiento de los servicios ambientales asociados a la infiltración-recarga y regulación del flujo superficial.

Así mismo, el proyecto contempla el monitoreo de las obras y mantenimientos menores que, como se ha señalado, son más accesibles debido a la naturaleza flexible de la obra y a que se cuenta con un Convenio de Colaboración con el Ayuntamiento que permiten dar seguimiento desde lo local y un respaldo por parte de la autoridad para las actividades operativas mínimas que consisten en el retiro anual de residuos sólidos y materiales de arrastre posterior a cada temporada de lluvias.

Al conjunto de las seis presas filtrantes propuestas en este proyecto, se le denominará en el presente documento como “sistema filtrante”.

3.2. Identificación de las sustancias o productos que van a emplearse y que podrían provocar un impacto al ambiente, así como sus características físicas y químicas

El sistema filtrante emplea principalmente materiales inertes y de bajo riesgo ambiental, consistentes en geocostales de polipropileno, gaviones metálicos galvanizados y material granular del propio cauce (arena volcánica, grava fina y limos no plásticos), utilizados como relleno estructural. Estos insumos no generan reacciones químicas, lixiviados tóxicos ni emisiones contaminantes, ya que se trata de materiales estables que no modifican la calidad del agua ni del suelo.

El uso de gaviones galvanizados es seguro en ambientes fluviales al contar con recubrimientos anticorrosivos de larga durabilidad y muy baja liberación metálica, lo que evita afectaciones a ecosistemas acuáticos, vegetación o a los procesos naturales del cauce.

Los únicos insumos con potencial de impacto son pequeñas cantidades de combustibles y lubricantes asociados al transporte de materiales y de personal.

No se emplearán explosivos, concretos, aditivos químicos, solventes, pinturas, ni sustancias con capacidad de alterar la composición fisicoquímica del entorno. Las herramientas manuales, cintas o estacas de marcaje no representan riesgos ambientales y no mantienen interacción fisicoquímica significativa con el medio.

3.3. Identificación y estimación de las emisiones, descargas y residuos cuya generación se prevea, así como medidas de control que se pretendan llevar a cabo

Las actividades para la construcción del sistema se van a desarrollar exclusivamente por medios manuales y con herramientas ligeras no motorizadas. No se usará maquinaria pesada, equipos de combustión, sistemas hidráulicos, ni procesos que involucren sustancias químicas, por lo que la generación de impactos asociados a emisiones, descargas y residuos es prácticamente nula.

No se generarán emisiones, descargas y residuos significativos, en virtud de que:

- Se emplearán vehículos únicamente para el traslado del personal de la brigada, limitando su circulación al acceso principal del sitio. El ingreso de dichos vehículos estará estrictamente restringido, de manera que no se permitirá su operación ni desplazamiento dentro del área donde se ejecutarán las actividades. Con ello se evita la generación de emisiones adicionales, la compactación del suelo y cualquier perturbación innecesaria al entorno.
- No se emplearán máquinas, motobombas, plantas de luz ni equipos que impliquen combustión o generación de partículas.
- Las actividades se realizarán de forma manual, por una brigada conformada por personas locales y capacitadas por personal de Pronatura México.

Con el fin de asegurar el cumplimiento en materia ambiental, se implementarán las siguientes acciones para el control de emisiones, descargas y residuos:

- Las sustancias asociadas a hidrocarburos usadas por vehículos para el traslado del personal estarán prohibidas en las áreas circundantes a los trabajos, en caso de fuerza mayor serán manejadas exclusivamente en contenedores cerrados y sobre superficies controladas para evitar derrames accidentales.
- El acceso vehicular se limitará al punto de entrada ubicado junto al puente y la vialidad principal; a partir de ese punto, todos los acarreos de materiales se realizarán a pie por el personal, utilizando las brechas existentes dentro del cauce. Este esquema minimiza el tránsito vehicular dentro del área de intervención y reduce significativamente el riesgo de infiltración de hidrocarburos al suelo o al agua.
- Disposición adecuada de residuos sólidos que se generen por parte del personal que labore en la implementación del sistema mediante la implementación de puntos de acopio en contenedores adecuados que se retirarán de forma diaria y serán manejados por el servicio municipal de recolección de residuos.
- Supervisión de manera continua por personal técnico de Pronatura y por personal autorizado del Ayuntamiento, quienes verificarán el estricto cumplimiento de medidas preventivas y de manejo ambiental.

Se dará protección al entorno de tal forma que el personal de Pronatura México y del Ayuntamiento verificará que no exista afectación a la vegetación, suelo, cuerpos de agua ni fauna presente y realizarán reportes quincenales para corroborar su cumplimiento.

3.4. Descripción del ambiente y, en su caso, la identificación de otras fuentes de emisión de contaminantes existentes en el área de influencia del proyecto

El municipio de Atlautla, ubicado en la región suroriental del Estado de México, se distingue por su variada geografía, su cercanía con el volcán Popocatépetl e Iztaccíhuatl y su diversidad climática. Su territorio abarca desde zonas de baja altitud, donde se desarrollan actividades agrícolas y urbanas, hasta áreas montañosas que forman parte del Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl.

El relieve de Atlautla es predominantemente accidentado, con valles en las zonas bajas y pendientes pronunciadas en las partes más altas. La presencia de suelos de origen volcánico favorece la fertilidad del terreno, lo que permite la práctica de la agricultura, especialmente el cultivo de maíz, frijol y hortalizas. Además, su hidrografía se compone principalmente de arroyos y manantiales que descienden desde las montañas, proporcionando agua a la población y a los sistemas de riego.

En cuanto al clima, Atlautla presenta variaciones significativas dependiendo de la altitud. En las áreas más bajas predomina un clima templado subhúmedo con temperaturas agradables durante la mayor parte del año, mientras que en las 61 zonas más elevadas el clima es frío, con inviernos severos y nevadas ocasionales. Esta diversidad climática permite la existencia de distintos ecosistemas, desde bosques de pino y encino en las faldas del volcán hasta pastizales y arbustos de alta montaña.

Los recursos naturales del municipio son de gran importancia tanto para la economía local como para la conservación del medio ambiente. Sus bosques desempeñan un papel crucial en la regulación del clima, la captación de agua y la producción de madera. La fauna silvestre incluye una variedad de mamíferos, aves y reptiles que habitan en las diferentes altitudes del territorio, lo que resalta la riqueza ecológica de la región.

3.4.1. Climatología

Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (54.01%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (36.46%), frío de altura con marcado invierno (5.64%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (3.89%). De acuerdo con la Clasificación de Köppen el clima que se presenta en el Municipio de Atlautla es Semicálido subhúmedo (ACw2), Templado subhúmedo (Cw1), Templado subhúmedo (Cw2), Semifrío subhúmedo (Cb'w2), Frío (ETCHw) y Muy Frío (EFHw).

3.4.2. Precipitación

El municipio de Atlautla presenta un régimen de precipitaciones influenciado por su altitud y su ubicación dentro del Eje Neovolcánico. La cantidad de lluvia varía a lo largo del año y está determinada por la orografía, especialmente por su cercanía con el volcán Iztaccíhuatl, lo que favorece la presencia de lluvias frecuentes en ciertas zonas.

La precipitación media anual en Atlautla oscila entre 800 y 1,200 milímetros, con variaciones dependiendo de la altitud y la temporada. Los meses más lluviosos se presentan entre junio y septiembre, durante la temporada de lluvias, cuando las precipitaciones pueden ser intensas y constantes. En contraste, la época más seca abarca los meses de noviembre a marzo, con precipitaciones mínimas y en algunos casos con la presencia de heladas en las zonas más altas.

3.4.3. Hidrología

El patrón de escurrimiento es caracterizado por un flujo de agua en cauces (no perennes) predominante de noreste a suroeste en la región, los cuales parten del volcán Popocatépetl. Este flujo hidrológico se encuentra relacionado con la presencia del Río Cuautla, que actúa como una arteria principal en el sistema de drenaje de la zona.

3.4.4. Geología de la Región

En el mapa geológico del área de estudio, existe un balance entre distintos tipos de rocas de origen volcánico, en gran parte atribuibles a la presencia del Volcán Popocatépetl, el cual ha estado activo desde hace ya 3 décadas. Entre las rocas volcánicas más destacadas se encuentran tanto el Lahar como el Lahar Toba Andesítica, productos de una mezcla entre materiales volcánicos finos y agua.
Por otro lado, se encuentra en menor proporción la Andesita-Dacita, es rica en sílice y también se debe en parte a la actividad volcánica asociada al Popocatépetl, es conocida por su durabilidad y resistencia a la erosión, por lo que se utiliza en la construcción de estructuras resistentes.

3.4.5. Tipo de suelo

El municipio de Atlautla, ubicado en la región suroriental del Estado de México, cuenta con una variedad de suelos de origen volcánico que han sido moldeados por la actividad del Eje Neovolcánico Transversal y la cercanía con el volcán Iztaccíhuatl. Los principales tipos de suelo en la región incluyen andosoles, regosoles y cambisoles, cada uno con características específicas que influyen en el uso del suelo y en las actividades económicas del municipio.

Los andosoles son los suelos predominantes y se caracterizan por su origen volcánico, textura ligera, alta porosidad y capacidad de retención de humedad. Son suelos fértiles y ricos en minerales, lo que favorece la agricultura en las zonas bajas e intermedias del municipio. Gracias a esta característica, la producción de maíz, frijol, hortalizas y frutales es una de las principales actividades económicas de la población. Además, estos suelos permiten el

desarrollo de bosques de pino, encino y oyamel, que tienen una gran importancia ecológica y económica, ya que abastecen de madera y contribuyen a la captación de agua.

Por otro lado, los regosoles, presentes en las laderas montañosas y áreas de mayor pendiente, son suelos poco desarrollados y con menor capacidad para la retención de nutrientes. Debido a su alta susceptibilidad a la erosión, estas áreas no son aptas para la agricultura intensiva, pero son fundamentales para la conservación de la biodiversidad y la protección de las cuencas hidrológicas. Estas zonas suelen estar cubiertas por vegetación natural y se destinan a actividades como la reforestación y el ecoturismo.

Los cambisoles, que se encuentran en algunas partes del municipio, son suelos de textura media y con un desarrollo incipiente. Aunque tienen un nivel moderado de fertilidad, su uso agrícola requiere técnicas de conservación de suelos para evitar su degradación.

La composición del suelo en Atlautla influye directamente en sus actividades económicas y en el ordenamiento territorial del municipio. Mientras que las zonas bajas y valles son utilizadas para la agricultura, las zonas de mayor altitud y pendiente están destinadas a la conservación ambiental y al ecoturismo. Sin embargo, la erosión del suelo, causada por la deforestación y la expansión urbana, representa un desafío para la sostenibilidad de estas actividades.

En el sitio particular don se llevarán a cabo las actividades, se encuentra de manera significante un tipo de suelo Aluvial, que se caracteriza por haber sido formado a partir de material transportado por corrientes de agua. Los suelos aluviales antiguos suelen ser pobres en minerales y nutrientes, mientras que los recientes tienden a ser muy ricos en estos; presentan un perfil poco estructurado y generalmente cuentan con suficiente cantidad de arcillas que los hacen impermeables.

3.4.6. Vegetación

El municipio de Atlautla, ubicado en la zona suroriental del Estado de México, cuenta con una riqueza vegetal que varía según la altitud y el clima. Su principal cubierta vegetal está conformada por bosques templados de coníferas y encinos, los cuales desempeñan un papel clave en la regulación del clima, la captación de agua y el mantenimiento de la biodiversidad. Sin embargo, algunas áreas han sufrido deterioro debido a la deforestación, la expansión urbana y la sobreexplotación de los recursos naturales.

Principales Especies de Vegetación

Bosques de coníferas y encinos:

- Pino (Pinus spp.): Es la especie predominante en las zonas montañosas y de alta altitud, apreciada por su valor comercial en la industria maderera.
- Oyamel (Abies religiosa): Presente en las áreas más frías y húmedas, su conservación es prioritaria debido a su importancia ecológica.
- Encino (Quercus spp.): Se encuentra en altitudes intermedias y bajas, proporcionando hábitat para diversas especies de fauna.

Vegetación secundaria y matorral:

En áreas perturbadas o de menor altitud, donde los bosques han sido fragmentados, predominan matorrales y pastizales con especies como el tepozán (Buddleja spp.) y arbustos resistentes.

Particularmente en los márgenes de la sección a intervenir, se monitoreo la existencia de especies arbóreas identificando individuos de Pinus spp y Quercus spp. destacando que para la región de Atlautla no existen especies de estos géneros listados en el Anexo Normativo III de la NOM-o59-SEMARNAT-2010 modificado en 2019. Especies vegetales de otros géneros que se encuentren listadas en dicho Anexo no fueron identificadas en los márgenes del cauce a intervenir.

3.4.7. Fauna

El municipio de Atlautla, en el Estado de México, posee una fauna diversa, influenciada en gran medida por su ubicación en las faldas del Eje Neovolcánico Transversal, donde predominan los bosques de pino, oyamel y encino. Entre los mamíferos que aún habitan en sus ecosistemas se encuentran el coyote, el gato montés (*Lynx rufus*) y el tejón (posiblemente refiriéndose al coatí, *Nasua narica*, o al tejón americano, *Taxidea taxus*). También es común encontrar distintas especies de conejos (*Sylvilagus spp*.) y ardillas, como la ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*). Otros mamíferos más discretos incluyen al tlacuache (*Didelphis virginiana*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la tuza (*Thomomys umbrinus*).

Lamentablemente, la fauna de Atlautla enfrenta serios desafíos debido a la pérdida de hábitat y la presión humana, lo que ha llevado a la extinción local y el declive poblacional de varias especies emblemáticas. Antiguamente, el área era hogar del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el puma (*Puma concolor*), así como de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*), un mamífero endémico de la región de los volcanes. Actualmente, el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y el tlacuache también han visto reducidas sus poblaciones.

En cuanto a las aves, aunque el municipio solía ser testigo de la presencia de pájaros con cantos distintivos como el cenzontle, la mirla (posiblemente un tordo), el jilguero y el cuitlacoche, siendo muchas de estas especies cada vez más difíciles de encontrar. Hoy en día, las aves más visibles suelen ser los gorriones y otras especies comunes. Sin embargo, en las zonas boscosas de mayor altitud todavía se pueden encontrar aves como el jilguero (Myadestes obsarus), el colibrí (Hylocharis leucotis) y la torcaza (un tipo de paloma). En general, la región alberga una gran diversidad de aves de presa (como halcones y águilas), reptiles (como la víbora de cascabel) y anfibios, que contribuyen a la biodiversidad del Estado de México.

La implementación de sistema filtrante con geocostales (Soluciones basadas en la Naturaleza - SbN) representa una estrategia clave ya que contribuye a la recuperación del balance ambiental en la región de Atlautla. Al fomentar la retención de sedimentos, reducir la erosión

y optimizar la infiltración de agua al manto freático, sentando las bases para regenerar el hábitat forestal y ribereño, que es indispensable para restablecer y proteger la diversidad biológica y las poblaciones de fauna nativa.

3.4.8. Otras fuentes de contaminación

En general el cauce donde se realizarán las intervenciones no presenta localidades mayores aguas arriba que pudieran ser una fuente de contaminación por descarga de aguas residuales domésticas, existen solo algunos ranchos como fuente de posibles residuos sólidos orgánicos que pudieran ser arrastrados por la pendiente y los escurrimientos temporales. De las zonas altas hacia a la zona de intervención no se tienen identificados otras fuentes de contaminantes permanentes.

El área inmediata aguas abajo de la ubicación donde se desarrollarán las actividades ha sido utilizada de manera informal como sitio de disposición clandestina de residuos sólidos urbanos y cascajo, lo que ha generado una degradación visible del entorno por lo que se identificó que es necesario también recuperar esa zona aguas abajo mediante una colecta de residuos sólidos.

Esta intervención permitirá recuperar la funcionalidad ambiental del área, reducir riesgos sanitarios, mejorar la calidad visual del sitio y prevenir que el lugar continúe siendo utilizado como tiradero irregular al tener presencia con mayor frecuencia por parte de las autoridades estatales. Todas estas actividades serán ejecutadas de forma manual y estarán supervisadas por personal técnico de Pronatura y del Ayuntamiento, garantizando el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables y asegurando un manejo adecuado de los residuos retirados.

3.5. Identificación de los impactos ambientales significativos o relevantes y determinación de las acciones y medidas para su prevención y mitigación

3.5.1. Impactos durante la implementación

La ejecución del proyecto puede generar impactos ambientales acotados y de baja magnitud, principalmente asociados a la remoción localizada de material suelto dentro del cauce, tránsito de personal, transporte de materiales y generación de residuos sólidos.

Estos impactos incluyen disturbio temporal del suelo, incremento momentáneo de partículas en suspensión cuando presente escurrimientos, dado que es un cauce intermitente en época de estiaje el cauce no presenta agua superficial, además ruido moderado por la presencia de vehículos únicamente en el acceso principal y riesgo potencial de derrames menores de combustibles durante el traslado de personal y materiales.

Dado que la obra se desarrollará en un cauce previamente alterado por erosión, azolves y depósitos de cascajo, la intervención no implica desmontes de vegetación perenne, ni apertura de caminos nuevos, ni modificación permanente de hábitats sensibles, quedando la

huella del proyecto limitada estrictamente a zonas ya perturbadas y a los puntos de anclaje del sistema filtrante.

3.5.2. Mitigación durante la implementación

Para prevenir y mitigar estos impactos se implementarán medidas específicas:

1. Delimitación estricta del área de trabajo mediante cinta, cal y señalización; evitando la ampliación innecesaria de la zona de intervención.
2. Acceso vehicular restringido exclusivamente al punto de entrada junto al puente y la vialidad; sin ingreso de vehículos al cauce donde serán las obras; los acarreos serán realizados a pie por el personal utilizando las brechas existentes, dados que los materiales son de fácil acarreo sin necesidad de transporte mecánico.
3. Manejo controlado de combustibles y lubricantes en contenedores cerrados dentro de los vehículos, sin hacer maniobras de estas sustancias en el punto de acceso y tampoco en los sitios de construcción.
4. Aprovechamiento de material granular del sitio para el relleno de geocostales, evitando extracción externa y reduciendo generación de residuos.
5. Control y retiro responsable de residuos sólidos que pudieran generarse durante el trabajo de la brigada, con separación, acopio temporal y disposición en sitios autorizados por el municipio.
6. Colocación de una cabina sanitaria portátil durante el tiempo que tome la ejecución de las obras con su mantenimiento operativo correspondiente a través de un proveedor especializado.
7. Retiro de material arrastrado (ramas, troncos y basura) como acción preventiva para mantener estable el flujo y obstrucciones durante la temporada de lluvias.

Estas acciones se llevarán a cabo en conjunto con el Ayuntamiento quien se encargará de la recolección y disposición final de los residuos generados. Con la finalidad de asegurar un proceso ordenado durante la ejecución de las obras se instalarán contenedores específicos para el acopio de la basura y materiales residuales de las actividades, evitando que estos se dispersen en el entorno o tengan contacto con el cauce.

Con estas acciones, los impactos temporales de la fase constructiva se mantienen en niveles bajos, controlados y perfectamente mitigables, garantizando que el proyecto opere dentro de una huella ambiental mínima.

3.5.3. Impactos durante la fase de operación

En la fase de operación, la infraestructura generará en su mayoría impactos positivos, incluyendo la reducción de erosión, disminución del arrastre de sedimentos, revegetación por la humedad generada, estabilidad hidráulica del cauce y aumento continuo de la infiltración-recarga del acuífero. Con ello se fortalecerá la resiliencia hídrica local y los servicios ecosistémicos del territorio.

Los posibles impactos negativos son el potencial de acumulación de residuos sólidos por las estructuras de las presas, pero las mismas estructuras pueden permitir que haya un mejor control de dichos residuos facilitando su recuperación y retiro con apoyo del Ayuntamiento. El otro impacto con la operación se centra en la posible erosión aguas abajo de cada presa por el escurrimiento desde el vertedor, sin embargo, el diseño propio de la presa considera un colchón para amortiguar la caída del flujo.

Así mismo, la disponibilidad de humedad y vegetación puede atraer fauna (anfibios, aves, pequeños mamíferos). Esto es un impacto positivo, pero también puede generar interacción con actividades humanas cercanas.

Se espera que la vida útil operativa del sistema filtrante sea al menos de 10 años, lo cual es variable dependiendo del régimen de lluvias de cada año, la cantidad de azolves que sean arrastrados y el seguimiento por las autoridades locales.

3.5.4. Mitigación durante la operación

Durante la operación del proyecto se plantean las siguientes medidas específicas de mitigación del impacto:

1. Monitoreo en colaboración con el Ayuntamiento de las condiciones operativas de las presas
2. Coordinación institucional para mantener actualizada la configuración y permanentemente retirar el exceso de materiales arrastrados, excepto los sedimentos que se estabilizarán en el lecho del cauce.
3. Señalética en el área de ingreso al cauce señalando la descripción básica y beneficios de las obras implementadas con una vocación de conservación que hagan alusión a que se trata de zonas federales para prolongar la vida útil del proyecto.
4. Sensibilización comunitaria para evitar conflictos (ej. presencia de fauna cerca de cultivos) y usos inadecuados del sistema.

3.5.5. Impactos en el abandono del proyecto

Es importante resaltar que el sistema filtrante posee una vida útil estimada de al menos 10 años, durante la cual mantiene de forma constante su capacidad de control sin requerir que se desmonten o se sustituyan en tanto haya el monitoreo mencionado. Al término de este periodo operativo, las obras no representan un riesgo ambiental, sino que se incorporan de manera gradual y natural al paisaje, ya que están diseñadas para ser amigables con el medio ambiente. Los geocostales están diseñados para que una vez que cumplan con su tiempo de vida permitan que la vegetación que brote de ellos tome el relevo en la estabilización del terreno. Algunos posibles impactos adicionales al momento del abandono son los siguientes:

Los geocostales pueden romperse o dispersarse, liberando la arena al cauce y generando desorden morfológico.

Si el sistema se convierte en un punto de acumulación de residuos sólidos, el abandono puede permitir que se regrese a la condición original perdiendo el avance en la recuperación del cauce y por lo tanto reduciendo la infiltración, la revegetación y la estabilidad hidráulica logradas durante la operación, debilitando la resiliencia hídrica local.

La comunidad puede ver las estructuras abandonadas como deterioro ambiental o como tiraderos clandestinos, afectando la aceptación social del proyecto.

3.5.6. Mitigación en el abandono del proyecto

Al abandonar del sistema, se deberán tomar medidas para mitigar los posibles impactos, estas medidas deberán ser evaluadas para determinar la pertinencia de su implementación en caso de observar la presencia de los posibles impactos.

Plantar especies nativas en las áreas intervenidas para consolidar la cobertura vegetal y evitar erosión.

1. Limpieza de residuos sólidos y coordinar con el Ayuntamiento para disposición adecuada.
2. Informar a la población sobre el cierre del proyecto y fomentar el cuidado del sitio para evitar que se convierta en tiradero
3. Plantar especies nativas en las áreas intervenidas para consolidar la cobertura vegetal y evitar erosión.
4. Si se pierde infiltración inducida, promover otras acciones de conservación de agua y suelo en la microcuenca (reforestación, zanjas de infiltración).
5. En caso de no existir una revegetación sobre los geocostales, desmantelarlos y retirar el material granular para evitar dispersión desordenada en el cauce.

3.6. Planos de localización del área en la que se pretende realizar el proyecto

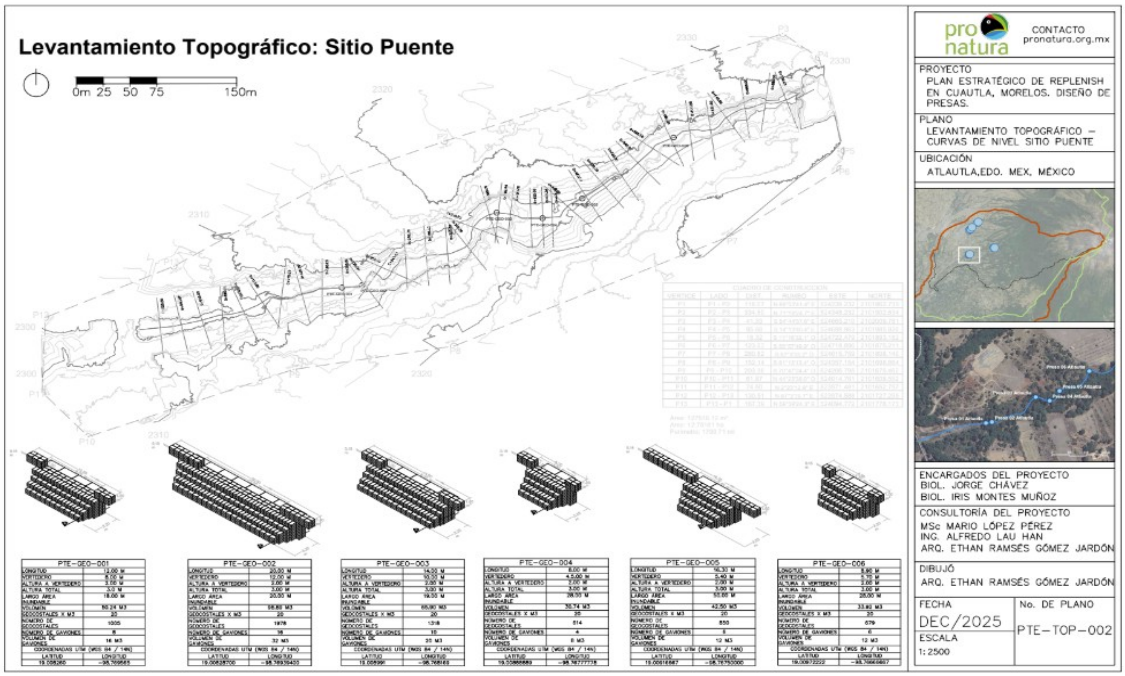

Fig. 3. Plano del levantamiento topográfico y ubicación georreferenciada de cada obra.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO					
VÉRTICE	LADO	DIST	RUMBO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	116,07	N 69°53'41.4" E	524239,232	2101862,735
P2	P2-P3	334,6	N 71°19'24.7" E	524348,232	2101902,634
P3	P3-P4	41,33	S 54°44'57.6" E	524665,21	2102009,781
P4	P4-P5	95,68	S 14°13'40.4" E	524698,963	2101985,926
P5	P5-P6	18,32	S 11°16'32.1" O	524722,479	2101893,182
P6	P6-P7	123,03	S 56°57'49.9" O	524718,896	2101875,211
P7	P7-P8	280,82	S 67°3'33.2" O	524615,759	2101808,14
P8	P8-P9	152,14	S 81°13'13.4" O	524357,154	2101698,684
P9	P9-P10	203,36	S 70°47'24.4" O	524206,795	2101675,462
P10	P10-P11	61,87	N 44°23'38.0" O	524014,761	2101608,552
P11	P11-P12	74,6	N 2°23'12.9" E	523971,481	2101652,757
P12	P12-P13	130,51	N 67°3'19.7" E	523974,588	2101727,295
P13	P13-P1	167,39	N 59°39'24.3" E	524094,772	2101778,173

3.7. Imágenes ilustrativas del área de intervención



*Fig. 4. D*ispersión de residuos sólidos en el cauce aguas abajo del sitio propuestos para el sistema



Fig. 5. Presencia de cárcavas, la exposición de raíces indica el proceso activo de erosión hídrica.



Fig. 6. Sitio para la presa 1: La vegetación de la zona es pino-encino, con presencia de herbáceas y hojarascas sobre el cauce, el sustrato del suelo es arcilloso con presencia de rocas.



Fig.7. Sitio para la presa 2: Presencia de rocas lo que indica la fuerza del flujo del agua sobre el cauce en épocas de lluvia, el lecho del cauce cubierto de hojarascas. A lo largo del centro del cauce, se observan indicios de erosión hídrica y el recorrido que hace el agua en temporada de lluvias. El ecosistema es igual a la zona de pino-encino.



Fig.8. Sitio para la presa 3: La vegetación sigue siendo zona de pino-encino, el cauce se encuentra cubierto completamente por una capa gruesa de hojarasca seca.



Fig. 9. Sitio para la presa 4: Se observan árboles de los géneros Pinus y Quercus, El elemento central es el cauce del arroyo seco. El lecho contiene rocas, lodo y materia orgánica (hojas, ramas, troncos pequeños). El canal es estrecho y presenta una ligera pendiente indicando que es un punto de concentración de escurrimientos pluviales. La vegetación invade los bordes del canal.



Fig. 10. Sitio para la presa 5: El arroyo contiene ramas, y vegetación herbácea densa. Esto indica que el flujo de agua es intermitente o estacional, permitiendo el crecimiento de plantas dentro del lecho.



Fig. 11. Sitio para la presa 6: Mismo ecosistema de pino-encino, con presencia de hojarasca y herbáceas. El lecho del arroyo es más amplio, los taludes son altos y tienen una pendiente pronunciada, lo que sugiere la necesidad de controlar la erosión y la velocidad del agua que desciende por las laderas.

3.8. Condiciones adicionales

1. Las actividades para implementar este sistema filtrante, están enmarcadas en un proyecto mayor que establece como su misión principal la creación de un modelo sostenible y resiliente en la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Río Cuautla, enfocándose en la adaptación al cambio climático y la conservación de los ecosistemas, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

    a. General

        i. Diseñar una hoja de ruta con un conjunto de estrategias y acciones basadas en la naturaleza para la conservación, manejo sostenible y recarga del acuífero en la cuenca del Río Cuautla, contribuyendo así a la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático de la región.

    b. Particulares

        i. Infiltración y Recarga de Acuíferos: Fomentar la infiltración del agua de lluvia para aumentar la oferta de agua en el acuífero, utilizando soluciones basadas en la naturaleza y prácticas innovadoras que sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

        ii. Restauración de Cuencas: Trabajar en la restauración de ecosistemas degradados dentro de la cuenca del Río Cuautla, con el objetivo de recuperar su funcionalidad hidrológica y su capacidad para el soporte a la biodiversidad.

        iii. Integración y Participación Comunitaria: Promover la integración de los actores locales en el proceso de planificación y gestión del agua, asegurando que las comunidades tengan voz y participación activa en las decisiones que afectan los recursos hídricos en la cuenca.

        iv. Sensibilización y Educación: Diseñar un programa de sensibilización y educación dirigidos a la comunidad en general y a sectores específicos, para fomentar una cultura de conservación del agua y participación en la gestión sostenible de los recursos hídricos.

        v. Monitoreo y Evaluación: Establecer sistemas de monitoreo y evaluación que permitan medir el impacto de las acciones implementadas, asegurando la adaptación y mejora continua de las estrategias de gestión del agua.

    Las principales estrategias de este proyecto mayor están enlistadas a continuación:

    a. Estudio integral del agua, bajo concepto de cuenca (Diagnóstico con talleres participativos).

b. Plan estratégico para el manejo integrado del agua en la región (Integra el diagnóstico y las actividades recomendadas).
c. Acciones de sensibilización en torno a conservación y cuidado del agua.
d. Obras de conservación, restauración e infiltración en sitios convenientes de acuerdo al estudio y a metas de volumen de agua.

Las actividades de este proyecto en Atlautla son un elemento de la estrategia señalada en el inciso "d" y forma parte de todo el conjunto de actividades que buscan mejorar la gestión en toda la Cuenca con miras a mejorar la situación hídrica del acuífero Cuautla-Yautepec y la cuenca en general del Río Cuautla.

2. Pronatura México ha desarrollado actividades similares con muy buenos resultados en Áreas Naturales Protegidas (ANP) como "El Cerro del Águila" en el municipio de Morelia, Michoacán con presas filtrantes de piedra acomodada; en el ANP "Sierra de Lobos" en Guanajuato con presas filtrantes de geocostales; en el ANP "Parque Estatal Sierra de Guadalupe" con presas filtrantes de gavión y en otras zonas que sin ser ANP son de valor ambiental significativo en los municipios de Toluca y Temascalapa en el Estado de México con geocostales para la construcción de las obras en esos sitios.

   En todos los casos anteriores el involucramiento comunitario ha sido fundamental y se ha contado con la participación de autoridades y población general locales para colaborar desde las propuestas de ubicación hasta el co-diseño y construcción mediante brigadas comunitarias.

   Así mismo, la CONAFOR en su "Manual de Obras y Prácticas de Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales" señala a las presas filtrantes como un tipo de obra a implementar para la preservación del suelo.

   De acuerdo con una revisión global publicada en CATENA Journal (2021), las presas filtrantes —también conocidas como check dams— han demostrado ser una herramienta efectiva para la restauración hidrológica y la adaptación al cambio climático en diversas regiones del mundo. Los estudios recopilados evidencian que estas estructuras reducen significativamente la erosión del suelo, retienen sedimentos y favorecen la infiltración hacia los acuíferos, mejorando la disponibilidad de agua y la resiliencia de los ecosistemas. La revisión también señala que, aunque los beneficios son consistentes, es indispensable acompañar su operación con mantenimiento y monitoreo para evitar efectos no deseados como la colmatación o la erosión localizada aguas abajo. Estos hallazgos respaldan la pertinencia del proyecto en Atlautla, al confirmar que las presas filtrantes de geocostales constituyen una solución basada en la naturaleza de bajo impacto y alta efectividad.

3. El proyecto tiene un carácter preventivo, restaurativo y de conservación de suelo y agua, por lo que se alinea con las excepciones previstas en la normatividad federal en materia de impacto ambiental.

   Si bien el sitio de intervención no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, las obras propuestas corresponden a infraestructura ligera destinada a la estabilización del cauce, retención de sedimentos e incremento de la infiltración natural, considerándose como acciones de conservación ambiental.

   El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental, en su Capítulo II. De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, establece que las obras realizadas dentro del ANP requieren autorización. Sin embargo, en el inciso S) Obras en áreas naturales protegidas, en su sub-inciso b) señala como excepción aquellas obras *"que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente"*.

   Aunque esta intervención se localiza fuera de un ANP, el espíritu del ordenamiento menciona a las obras de conservación y restauración que no generan impactos negativos significativos y que por el contrario previenen erosión, azolves, pérdida de suelo e inestabilidad hidráulica, son consideradas actividades exceptuadas de presentar una manifestación de impacto ambiental.

   En general, estas acciones mejoran los servicios ambientales de los bosques riparios y mantienen la funcionalidad ecológica del corredor, sin cambio de uso de suelo ni afectaciones a áreas núcleo del ANP, en congruencia con el POETEM 2023.

   Por lo tanto, las seis sistema filtrante de geocostales cumplen plenamente con dicha naturaleza, al construir infraestructura de bajo impacto orientada a proteger el cauce, reducir riesgos y mejorar los servicios ambientales del territorio. Lo cual, permite su encuadramiento en el trámite de Informe Preventivo en materia de impacto ambiental.

4. La intervención considerará el manejo y retención controlada de sedimentos en la zona ubicada aguas arriba del puente, con el propósito de prevenir la acumulación excesiva de material sólido que pudiera desplazarse hacia la infraestructura carretera. Esta medida adquiere relevancia dado que la vialidad que conecta a Atlautla con Ecatzingo y otras localidades registró un evento de afectación en 2019, asociado al arrastre natural de sedimentos provenientes de las partes altas. La implementación de esta acción preventiva contribuirá a mantener la estabilidad y funcionalidad del corredor carretero, reducir riesgos de obstrucciones, favorecer el flujo hidráulico y fortalecer la seguridad de la infraestructura existente.

5. Para la ejecución de los trabajos se conformará una brigada integrada por habitantes de la propia comunidad, quienes recibirán capacitación específica para el desarrollo adecuado de las actividades y contarán con empleo temporal durante un periodo mínimo de tres meses. Esta acción no solo promueve la participación social, sino que impulsa la economía local y fortalece las capacidades técnicas de los habitantes.

   De manera complementaria, el Ayuntamiento ha sido dotado de herramientas, equipo y materiales necesarios para llevar a cabo las labores previstas, lo que fortalece de manera directa su capacidad operativa y les permite contar con mejores medios para dar seguimiento, mantenimiento y continuidad a estas y otras acciones ambientales en el futuro. Con ello, se consolida un esquema de corresponsabilidad y gestión local, asegurando la permanencia de los beneficios generados por el proyecto.

6. El área donde se desarrollarán las actividades presenta un notorio estado de degradación ambiental en un punto aguas abajo de las presas propuestas, resultado de su uso informal y prolongado como punto de disposición clandestina de residuos sólidos urbanos y material de cascajo. La acumulación de estos desechos ha provocado condiciones insalubres, generando un potencial foco de infección que puede afectar la calidad del ambiente y deteriorar significativamente el paisaje y la funcionalidad del sitio.

   Ante esta problemática, de forma complementaria a las acciones contempladas por el proyecto, se realizará la rehabilitación de manera prioritaria e integral del área, mediante el retiro ordenado, acopio temporal seguro y traslado a sitios autorizados de todos los residuos existentes. Estas acciones permitirán eliminar los posibles focos de insalubridad, corregir la afectación preexistente y restablecer condiciones ambientales básicas, recuperando la calidad del entorno y favoreciendo la funcionalidad adecuada del espacio en la zona del cauce comprendido entre las actividades y un puente vehicular de la carretera Atlautla-Ecatzingo.

   Con esta intervención, se logra no solo evitar futuros impactos, sino sanear un sitio previamente deteriorado, aportando beneficios ambientales claros y contribuyendo a la recuperación del equilibrio físico-ambiental del lugar.

3.9. REFERENCIAS

- **CEO Water Mandate.** (n.d.). *Setting site water targets informed by catchment context: A guide for companies.* Recuperado de https://ceowatermandate.org/site-targets-guide/
- **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).** (2023). Manual de obras y prácticas de protección, restauración y conservación de suelos forestales. Zapopan, Jalisco: Comisión Nacional Forestal. Recuperado de https://www.gob.mx/conafor/documentos/manual-de-obras-y-practicas-de-proteccion-restauracion-y-conservacion-de-suelos-forestales
- **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).** (2024). *Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Cuautla-Yautepec, estado de Morelos.* https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/morelos/morelos.html
- **Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).** (2017). *Actualización de la disponibilidad de agua en el Acuífero Chalco-Amecameca, Estado de México.*
- **Gobierno del Estado de México. Secretaría del Medio Ambiente.** (s.f.). *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM).* Recuperado de https://dgts.edomex.gob.mx/ordenamiento_ecologico
- **H. Ayuntamiento de Atlautla.** (s.f.). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Atlautla.* Recuperado de https://coplademex.edomex.gob.mx/sites/coplademex.edomex.gob.mx/files/files/pdf/Planes%20y%20programas/Mpales-2025-2027/PDM_2025-2027_ATLAUTLA.pdf
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010: Atlautla, México. Aguascalientes, México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2010). Síntesis de información geográfica del Estado de México. Aguascalientes, México: INEGI.
- **Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A.** (1981). *Mecánica de suelos: Tomo I.* Limusa.
- **Pronatura México.** (2020). *Programa de adaptación basada en ecosistemas para el municipio de Atlautla, Estado de México.* Proyecto CuencasVerdes: Adaptándonos al Futuro. Ciudad de México.
- **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).** (2025) *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.* Diario Oficial de la Federación, última reforma publicada el 17 de diciembre de 2025. México. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).** (2014). *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.* Diario Oficial de la Federación, última reforma publicada el 31 de octubre de 2014. México. Recuperado de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf
- **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).** (2019). *Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana*

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 14 de noviembre de 2019. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

- **World Resources Institute.** (2019). *Volumetric Water Benefit Accounting (VWBA): A method for implementing and valuing water stewardship activities.* Recuperado de https://www.wri.org/research/volumetric-water-benefit-accounting-vwba-method-implementing-and-valuing-water-stewardship

- **Zhang, X., Liu, Y., & Wang, H.** (2021). *Effectiveness of check dams for soil erosion control and groundwater recharge: A global review*. CATENA, 196, 104921. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104921