

**Informe Final de Servicio Social por
Actividades Vinculadas con la Profesión**

División de Ciencias Biológicas y de La Salud
Departamento del Hombre y su Ambiente
Licenciatura en Biología

Para obtener el grado de
Licenciado en Biología

**Manifestación de Impacto Ambiental en su
Modalidad Particular, para un Retorno a
Desnivel en el Municipio de Cuernavaca,
Morelos**

P r e s e n t a:

Jorge Trinidad Santiago
2172027719

Mtro. Gilberto Sven Binnqüist Cervantes

A s e s o r I n t e r n o

Biól. Cesar Daniel Godínez Romero

A s e s o r E x t e r n o

Resumen

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de política ambiental que busca integrar los aspectos ambientales en proyectos de desarrollo. Su objetivo es prever posibles afectaciones a los ecosistemas, conflictos sociales, costos económicos, y brindar certidumbre jurídica.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) son los marcos legales que sustentan la EIA en México. La LGEEPA establece las obras y actividades que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental, mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

La MIA es un documento que evalúa los impactos ambientales significativos y potenciales de un proyecto, proponiendo medidas de mitigación. Puede presentarse en modalidad regional (MIAR) o particular (MIAP). La MIAR se aplica a proyectos que alteren cuencas hidrológicas o se desarrollen en regiones ecológicas determinadas, mientras que la MIAP se utiliza cuando se plantean proyectos de menor envergadura o cuando implican únicamente modificaciones o aplicaciones a la infraestructura ya existente.

En este proyecto de Servicio Social, se elaboró una MIA en su Modalidad Particular para un Retorno a Desnivel. Se utilizaron metodologías de análisis como los Sistemas de Información Geográfica y se realizaron estudios de la flora y fauna del sitio. Se identificaron los impactos ambientales, y se propusieron medidas de mitigación adecuadas.

En resumen, el proyecto de Servicio Social demostró la importancia de la Evaluación del Impacto Ambiental y la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental. Se emplearon metodologías especializadas y herramientas técnicas para evaluar los impactos ambientales y garantizar una gestión responsable y sostenible del proyecto, buscando ser respetuoso con el entorno natural en el sector de vías de comunicación.

Palabras clave: Impacto ambiental, Evaluación del impacto ambiental, Manifestación de impacto ambiental, LGEEPA.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	4
Descripción de las características del proyecto planificado	5
Identificación y vinculación de los instrumentos jurídicos y administrativos	6
Caracterización y diagnóstico del sitio	6
Identificación y valoración de los impactos ambientales resultados de la ejecución del proyecto	7
Propuesta de medidas de mitigación para el impacto ambiental	7
Características del proyecto planificado	7
Instrumentos jurídicos administrativos aplicables al proyecto.....	10
Caracterización y diagnóstico del sitio.....	12
Identificación y valoración de los impactos ambientales resultados de la ejecución del proyecto	16
Medidas de mitigación para el impacto ambiental.....	19
3. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	23
4. CONCLUSIONES	24
5. REFERENCIAS	25
6. ANEXO 1 - FOTOGRÁFICO	27

Índice de figuras

Figura 1. Contenido mínimo de la MIAP según lo referido en su Guía de Elaboración y el Reglamento de la LGEEPA	2
Figura 2. Ubicación del proyecto. Cartografía elaborada en software SIG a partir del proyecto geométrico	8
Figura 3. Sección tipo para el proyecto. Obtenida del proyecto ejecutivo	9
Figura 4. Plataforma del SIGEIA donde se realizó el análisis de los instrumentos aplicables.....	10
Figura 5. Delimitación del Sistema Ambiental para el proyecto.....	12

Índice de tablas

Tabla 1. Superficies del proyecto. Obtenidas del análisis del proyecto geométrico a través de AutoCAD y SIG.....	8
Tabla 2. Superficies de afectación forestal. Obtenidas del análisis del proyecto geométrico a través de AutoCAD y SIG	8
Tabla 3. Programa general del proyecto. Obtenido de los descrito en el proyecto ejecutivo	9
Tabla 4. Vinculación del proyecto con los instrumentos jurídico administrativos aplicables.....	10
Tabla 5. Factores ambientales analizados a nivel de Sistema Ambiental	13
Tabla 7. Lista florística de las especies reportadas para el área del proyecto	14
Tabla 8. Individuos vegetales potenciales que podrán verse afectados por la afectación del proyecto	15
Tabla 9. Abundancia registrada para las aves en el área del proyecto.....	16
Tabla 10. Abundancia registrada para los mamíferos en el área del proyecto.....	16
Tabla 11. Abundancia registrada para los reptiles en el área del proyecto	16
Tabla 11. Matriz de identificación de interacciones causa- efecto entre actividades del proyecto y componentes ambientales	17
Tabla 12. Descripción de los impactos ambientales.....	18
Tabla 13. Medidas de mitigación propuestas	20

1. INTRODUCCIÓN

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) ha sido establecida como un instrumento de política ambiental, de carácter analítico y preventivo, que busca integrar un proyecto particular de desarrollo al ambiente natural. En esta concepción, la EIA permite prever las posibles afectaciones a los ecosistemas y sus servicios por la construcción de proyectos, además de anticipar posibles conflictos sociales, costos económicos, y dar certidumbre jurídica para la instrumentación de proyectos de desarrollo (SEMARNAT, 2019).

La EIA es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar al promovente de un proyecto o de una actividad productiva, acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con su construcción. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente. En la EIA se busca garantizar de la mejor manera posible, el equilibrio y las características del entorno natural después de la puesta en operación del proyecto o actividad objeto del estudio y, colateralmente, preservar la salud y el bienestar del hombre, todo ello llevado a escenarios de largo plazo (SEMARNAT, 2019).

El fundamento legal que sustenta a la EIA es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) (SEMARNAT, 2019). En el artículo 28 de dicha Ley se listan las obras y actividades que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental. Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones, se establecen en el artículo 5° del REIA (SEMARNAT, 2019).

Para la realización de obras y actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA se establece que los interesados deberán presentar una “Manifestación de Impacto Ambiental” (MIA) ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En dicha Ley se define a la MIA como *el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.*

De acuerdo con la LGEEPA, la MIA es una forma de evaluación ambiental estratégica que permite prever los impactos ambientales a nivel regional. Representa una visión integral y holística respecto del desarrollo de un proyecto particular y aborda el análisis bajo el concepto de un sistema ambiental complejo en el cual debe procurarse conservar la integridad funcional de sus ecosistemas y acotar dicho proyecto a su capacidad de carga (SEMARNAT, 2019).

De acuerdo con SEMARNAT (2000, una MIA se conforma al menos de los siguientes apartados: datos generales del proyecto, descripción de las obras y actividades a realizar, vinculación con los instrumentos jurídico-administrativos aplicables, descripción de un área de estudio y del proyecto, identificación de los impactos ambientales a generar, y propuesta de las medidas de mitigación congruentes con los impactos ambientales identificados (Ver figura 1).

<p>En el artículo 9° del REIA, en su último párrafo, se establece que la Secretaría proporcionará guías a los promoventes para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. Asimismo, en el artículo 11, último párrafo se indican los casos en que se deberá presentar una Manifestación de impacto ambiental modalidad particular (MIA-P).</p> <p>Adicionalmente, en el artículo 12 del REIA, se indica el contenido básico y el arreglo de los capítulos en los que el promovente integrará la información que deberá contener la MIA-P, siendo los siguientes:</p>	
I.	Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
II.	Descripción del proyecto;
III.	Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
IV.	Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V.	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI.	Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII.	Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VIII.	Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Figura 1. Contenido mínimo de la MIAP según lo referido en su Guía de Elaboración y el Reglamento de la LGEIPA

Por otra parte, la MIA puede presentarse en dos modalidades, Regional (MIAR) y Particular (MIAP). La regional se presenta específicamente cuando se trata de Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas; proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular (SEMARNAT, 2000).

En este sentido, la MIA cobra valor pues se trata de un instrumento de evaluación y gestión ambiental que busca analizar los posibles efectos que un proyecto puede tener sobre el medio ambiente. Especialmente en los proyectos carreteros, la MIA adquiere una gran importancia debido a que su construcción puede tener diversos efectos sobre el entorno natural, como la deforestación, la fragmentación de hábitats, la contaminación del aire y del agua, entre otros. La MIA permite identificar y evaluar estos impactos potenciales, desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación.

Bajo este contexto, el presente proyecto de Servicio Social mantuvo como objetivo principal, llevar a cabo la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, para un Retorno a Desnivel. De manera específica se cumplió con lo siguiente:

- Descripción de las características del proyecto planificado;
- Identificación y vinculación de los instrumentos jurídicos administrativos aplicables al proyecto;
- Caracterización y diagnóstico del sitio;
- Identificación y valoración de los impactos ambientales debido a la ejecución del proyecto;
- Propuesta de medidas de mitigación para el impacto ambiental.

Por otra parte, el proyecto de Servicio Social se realizó en dos etapas, trabajo de gabinete y trabajo de campo. El trabajo de gabinete se realizó en el Laboratorio de Planeación Ambiental (LPA) del Departamento el hombre y su ambiente (DCBS), en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, ubicada en Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, CDMX. México. Además, el trabajo de campo se realizó en el km 75+340 de la Autopista México – Cuernavaca, dentro de los municipios de Cuernavaca y Huitzilac, en el estado de Morelos.

Finalmente, el proyecto de Servicio Social pretende contribuir a la Misión de la Universidad Autónoma Metropolitana, la cual busca servir al país al ofrecer un trabajo académico sólido y de excelencia alrededor de las funciones sustantivas; formando profesionales y ciudadanos aptos y responsables en correspondencia con las necesidades de la sociedad; organizar y desarrollar actividades de investigación humanística, científica, tecnológica y artística; y ser fuente de conocimientos relevantes, en atención, primordialmente, a los problemas nacionales y en relación con las condiciones del desenvolvimiento histórico, así como ser una institución que rescata, preserva y difunde la cultura.

2. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

METODOLOGÍA EMPLEADA

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se tomó como punto de partida la “Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Vías Generales de Comunicación Modalidad: Particular”, de la SEMARNAT. En dicho documento se presenta el índice mínimo requerido para el estudio de impacto ambiental objeto del servicio social.

Por otra parte, se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente los softwares *ArcMap 10.8*, *Qgis 3.20.2*, *Google Earth Pro* y *SAS Planet 200606*. Así como el software *AutoCAD 2022*, utilizado para analizar el proyecto de ingeniería.

Para la elaboración del estudio de impacto ambiental, se emplearon múltiples fuentes de información oficial como el INEGI, CONABIO, SEMARNAT, CONAGUA y CONAFOR, donde se obtuvieron publicaciones y datos vectoriales de capas de información geoespacial. Además, se emplearon plataformas virtuales para la consulta de información geoespacial como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA)¹, Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)², Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)³, Atlas Nacional de Riesgos y el Mapa Digital de México (INEGI)⁴.

Para la planeación y ejecución de los trabajos de campo se emplearon metodologías para el análisis de la diversidad de flora y fauna, obtenidas del “Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal” (*Mostacedo y Fredericksen, 2000*), del “Manual para Muestrear la Vegetación en Bosques, Selvas, Zonas Áridas y Semiáridas” (*FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018*) y del “Manual para Muestrear la Fauna en Bosques, Selvas, Zonas Áridas y Semiáridas” (*FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018*).

Durante los trabajos de campo se emplearon materiales especializados como guías de identificación de especies, cita diamétrica, prensa botánica, Gancho herpetológico, cámara fotográfica (teleobjetivo 75-300 mm) y GPS (Garmin eTrex 22x).

Se emplearon muestreos dirigidos donde se capturaron en un formato de campo datos referentes a las comunidades biológicas considerando los siguientes indicadores abundancia, frecuencia, condiciones ambientales, datos dasométricos, composición florística y faunística; mismos que fueron empleados

¹ Consultado en: <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>

² Consultado en: https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

³ Consultado en: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

⁴ Consultado en: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>

para un posterior análisis de diversidad (índices de diversidad de Simpson, Shannon y Pielou) y estructura de las comunidades (Abundancia relativa, frecuencia relativa, densidad e importancia relativas). Para dicho análisis se emplearon las metodologías descritas en el “Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal” (*Mostacedo y Fredericksen, 2000*) y del “Manual de Métodos para el Desarrollo de inventarios de biodiversidad” (Villareal, et. al., 2004).

En lo referente a la identificación de impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, se realizó el reconocimiento de las obras y actividades que se pretenden realizar y los componentes ambientales que se verán afectados. En este mismo sentido se realizó una valoración de la magnitud de los impactos mediante el método de la Matriz de Interacciones (Matriz de Leopold), la cual es una herramienta utilizada en la EIA (*Canter, L., & Peterson, A. R., 1996*). Fue desarrollada por el científico ecologista Luna Leopold en la década de 1970 y se utiliza para evaluar y clasificar los impactos ambientales potenciales de un proyecto o actividad específica.

Finalmente, mediante la previa identificación y valoración de los impactos derivados de la ejecución del proyecto, se plantearon diferentes medidas de mitigación considerando el contexto ambiental y las características del proyecto, así como de los requisitos legales y regulatorios aplicables; a fin de reducir o eliminar los impactos negativos que pueden resultar de la construcción y operación de una carretera. Se tomó como base el “Catalogo de Impactos Ambientales Generados por las Carreteras y sus Medidas de Mitigación” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 1999).

ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Descripción de las características del proyecto planificado

La primera etapa de la ejecución del Servicio Social consistió en un acercamiento a las características del proyecto “Retorno a Desnivel”. Se realizó un análisis a el proyecto de ingeniería a través del Software *AutoCAD 2022* y al proyecto ejecutivo, donde se detallan las características y cada una de las etapas del proyecto.

Posteriormente para comenzar la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, se consultó la “*Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación*”, publicada por la SEMARNAT. En dicha guía se detalla el índice mínimo que debe contener la MIAP a lo largo de sus ocho capítulos, los cuales desarrollan el panorama del proyecto y su inserción en el ambiente contemplando sus posibles impactos, grado de afectación y medidas de mitigación.

Como se ha mencionado, esta primera etapa consistió en la descripción general del proyecto, desde su naturaleza, ubicación (incluyendo la generación de cartografía), inversión requerida, determinación de superficies y áreas de afectación, descripción de las actividades intrínsecas en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación) y su duración

Identificación y vinculación de los instrumentos jurídicos y administrativos

El Artículo 13 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) establece que la MIAP en su capítulo III debe presentar la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables. Con esa intención, se analizó la información vigente al respecto, para determinar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista de planeación sectorial, ordenamiento ecológico, legislación ambiental y normatividad aplicable; en cumplimiento de lo cual, se realizó dicha vinculación y análisis para determinar la congruencia del proyecto con la legislación vigente aplicable, de acuerdo con las obras y actividades que se pretenden realizar, en relación con la ubicación del trazo del proyecto.

Para realizar la vinculación del proyecto se elaboró un análisis del proyecto a través del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT. En dicha plataforma de manera asistida se proyectan los instrumentos vinculables al proyecto, a partir de esto se realizó el análisis de los instrumentos de manera particular.

Caracterización y diagnóstico del sitio

En lo referente a la caracterización ambiental del área de estudio, primeramente, se realizó una delimitación de un Sistema Ambiental (SA) que fungió como la unidad referencial de análisis, un sistema que alberga a todos los componentes ambientales que interactúan entre sí y que se verán impactados por la ejecución del proyecto.

Para realizar dicha delimitación se empleó la metodología descrita en la “*Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación*”, publicada por la SEMARNAT. En este documento se describen los criterios principales a considerar para la delimitación del Sistema Ambiental. En este sentido, el SA para este proyecto fue delimitado a partir de la información vectorial de la topografía, la hidrología superficial y subterránea y el Uso de Suelo y Vegetación (principalmente).

Identificación y valoración de los impactos ambientales resultados de la ejecución del proyecto

A partir del análisis de las obras y actividades del proyecto, y los componentes ambientales que interaccionan, se identificaron 69 impactos ambientales, de los cuales 19 se catalogan como benéficos y 50 como negativos.

Propuesta de medidas de mitigación para el impacto ambiental

De acuerdo con lo dispuesto en la fracción VI del Artículo 13 del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en este apartado se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales adversos identificados y evaluados en el capítulo previo; en particular para aquellos con carácter negativo significativo, con el fin de hacer el proyecto lo más compatible con el medio ambiente.

La propuesta detallada de las medidas de mitigación ambiental que se presentan a continuación ha sido cuidadosamente diseñada para seguir una secuencia lógica y coherente a lo largo del tiempo, en estrecha correspondencia con las diferentes etapas y actividades involucradas en la preparación del sitio y construcción del proyecto. Esta secuencia se basa en la identificación y evaluación meticulosa de las afectaciones ambientales que se han manifestado en un orden secuencial, teniendo en cuenta los componentes ambientales específicos que se han visto afectados en cada momento.

RESULTADOS

Características del proyecto planificado

El proyecto analizado consiste en la construcción de un Retorno a desnivel, que se ubicará en el km 75+340 de la Autopista México – Cuernavaca, dentro de los municipios de Cuernavaca y Huitzilac, en el Estado de Morelos.

El proyecto contempla una superficie de ocupación total de 24,995.36 m², de los cuales 24,995.36 m² corresponden a la superficie de afectación forestal que se pretende demostrar (figura 2, tabla 1, y tabla 2).

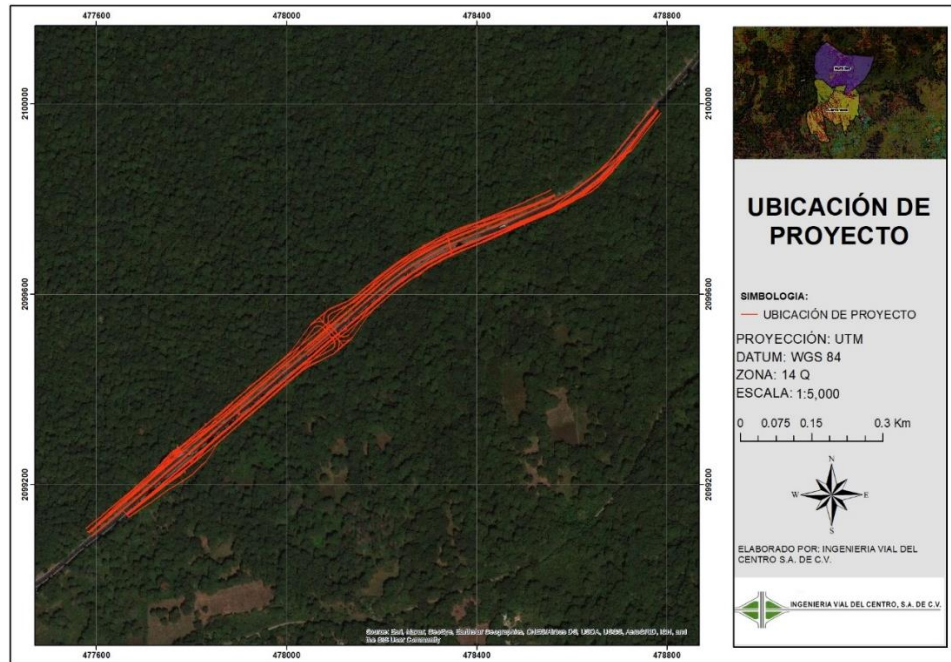


Figura 2. Ubicación del proyecto. Cartografía elaborada en software SIG a partir del proyecto geométrico

Tabla 1. Superficies del proyecto. Obtenidas del análisis del proyecto geométrico a través de AutoCAD y SIG

a) Superficie total del proyecto:	24,995.36 m ²
b) Superficie de afectación:	24,602 m ² (correspondiente a polígonos de ampliación dentro de línea de ceros)
c) Superficie que se planea desmontar con respecto a la línea de ceros.	24,602 m ² de vegetación de Bosque de Pino – Encino.
d) Superficie que ocuparán las obras y servicios de apoyo	300 m ² esta superficie será dentro del Derecho de vía en sitios sin vegetación para no afectar áreas adicionales.
e) superficie de despálme	Se realizará un despálme de 20,364 m ² , donde se retira 30 cm de la capa de materia orgánica.
f) Superficie requerida para caminos de acceso y otras obras asociadas, (Entronques).	No se requerirán caminos de acceso ya que se utilizarán los ya existentes.

Tabla 2. Superficies de afectación forestal. Obtenidas del análisis del proyecto geométrico a través de AutoCAD y SIG

Polígono	Superficie en m ²
1	13,792
2	10,810
Total	24,602 m²

La Autopista México – Cuernavaca actualmente tiene una sección de 25.50 m que alojan cinco carriles de circulación, dos en el Sentido 1 y tres en el Sentido 2, de 3.50 m de ancho; acotamientos externos de 2.50 m de ancho, acotamientos internos de 1.00 m y 1.00 m de barrera centra. La Autopista, dentro de su plan de desarrollo, contempla la ampliación de un carril más en el Sentido 1, para tener una sección total de 29.00 m. Los enlaces del retorno están proyectados para un

carril de circulación, con posibilidad de rebase, y tendrán un ancho variable de hasta 9.05 m con guarniciones de 0.40 m a cada lado. En la figura siguiente se muestra la sección actual de la Autopista y la sección ampliada, a futuro, así como los enlaces del retorno (figura 3).

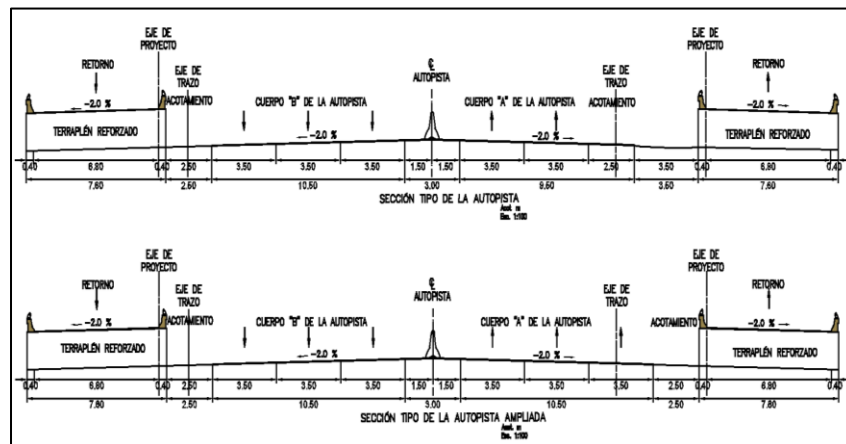


Figura 3. Sección tipo para el proyecto. Obtenida del proyecto ejecutivo

Finalmente, el proyecto se pretende ejecutar en etapas las cuales contemplan una duración de 12 meses, desde la preparación de sitio hasta su construcción (tabla 3).

Tabla 3. Programa general del proyecto. Obtenido de los descrito en el proyecto ejecutivo

No	CONCEPTO	MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	TERRACERÍAS													
2	OBRAS DE DRENAJE													
3	PAVIMENTO													
4	CIMENTACIÓN													
5	INFRAESTRUCTURA													
6	SUPERESTRUCTURA													
7	SEÑALAMIENTO													
8	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD													

De manera general, en esta primera etapa se desarrollaron los aspectos generales del proyecto y se elaboraron los dos primeros capítulos de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, como lo refiere la Guía de Elaboración y el Reglamento de la Ley.

Instrumentos jurídicos administrativos aplicables al proyecto

Para realizar la vinculación del proyecto se elaboró un análisis del proyecto a través del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT. En dicha plataforma de manera asistida se proyectan los instrumentos vinculables al proyecto, a partir de esto se realizó el análisis de los instrumentos de manera particular (figura 4).

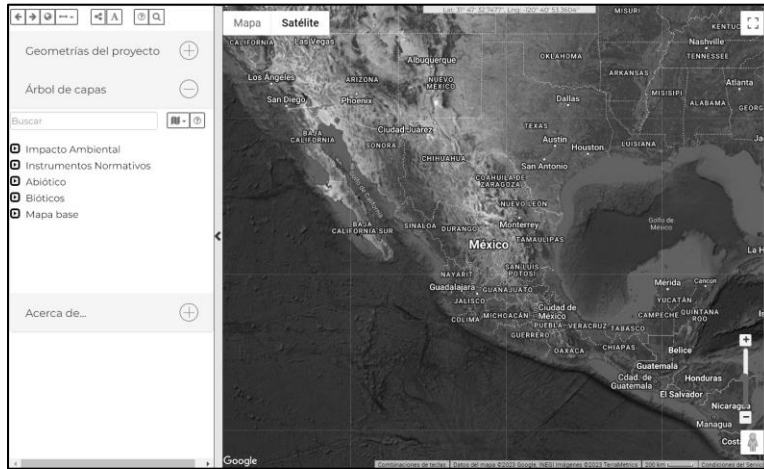


Figura 4. Plataforma del SIGEIA donde se realizó el análisis de los instrumentos aplicables

En este sentido, luego de un análisis exhaustivo, se determinó que el proyecto objeto de estudio no presenta ninguna incompatibilidad o restricción significativa con los instrumentos jurídico-administrativos vigentes que puedan limitar su ejecución. No obstante, resulta imprescindible resaltar la importancia de que el proyecto se alinee rigurosamente con los criterios y directrices establecidos en cada uno de los instrumentos normativos pertinentes. Esto asegurará la plena conformidad del proyecto con las regulaciones y normas aplicables, garantizando así un desarrollo sostenible y armonioso con el entorno ambiental y social en el que se llevará a cabo.

En este sentido, en la tabla 4 se presenta una síntesis de la vinculación del proyecto con cada uno de los instrumentos jurídico-administrativos aplicables.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los instrumentos jurídico administrativos aplicables.

Instrumento aplicable	Objetivo o lineamientos	Vinculación
Políticas e instrumentos de planeación del desarrollo Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	Ejes objetivo: Bienestar y Desarrollo Económico.	La construcción del proyecto se alinea con el objetivo ya que promueve la comunicación entre localidades. Además, dará más seguridad y confort a los usuarios de esta vía de comunicación.

Instrumento aplicable		Objetivo o lineamientos	Vinculación
	Programa Nacional de Infraestructura 2018-2014	Construcción de carreteras, trabajos de conservación de la red federal y concluir carreteras.	La obra forma parte de una autopista existente en operación, su construcción será funcional para la vía de comunicación.
Planes y programas regionales de carácter federal, estatal y municipal	Plan Estatal de Desarrollo del estado de Morelos 2019-2014	Ampliar y consolidar la infraestructura carretera estatal.	El proyecto es congruente ya que se efectuará la construcción de un retorno a desnivel en una autopista de alta importancia interestatal.
	Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca 2019-2021	Estimular el desarrollo mediante una política de inversión en infraestructura.	El proyecto pretende atender las necesidades de movilidad de la población, planteando soluciones mediante la infraestructura.
	Plan Municipal de Desarrollo de Huitzilac 2019-2021	Modernidad para los Huitzilaquenses	La construcción de proyecto formara parte de una autopista de alta importancia para conectar al estado de Morelos y la Ciudad de México.
	Actualización del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población del municipio de Cuernavaca	Dar continuidad al sistema de redes viales, evitar aglomeraciones y traslados innecesarios, Impulsar la comunicación vial, fomentar el mejoramiento y conservación de la red vial.	El proyecto es importante y benéfico para los usuarios de la actual autopista ya que es una vía de comunicación de alto flujo. El proyecto evitará la aglomeración vial.
	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	UAB: 121 Depresión de México.	El proyecto no interviene con los lineamientos establecidos en el Ordenamiento aplicable.
	Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Morelos	UGA: 47 destinada a Aprovechamiento-Restauración.	El proyecto no interviene con los lineamientos establecidos en el Ordenamiento aplicable. Los impactos ambientales resultantes de su ejecución serán mitigados.
Áreas de importancia ambiental	Áreas Naturales Protegidas	Área Natural Protegida "Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin".	El proyecto incide en la zona de amortiguamiento. El proyecto no interviene con los lineamientos establecidos en el plan de manejo, se plantea implementar actividades de mitigación ante los impactos ambientales a desarrollarse.
	Regiones Terrestres Prioritaria	RTP-108 Ajusco - Chichinautzin	Se implementarán medidas de mitigación, compensación y atenuación necesarias para disminuir los impactos ambientales que generará el proyecto.
	Regiones Hidrológicas Prioritaria	RHP-67 Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala	Se implementarán medidas de mitigación, compensación y atenuación necesarias para disminuir los impactos ambientales que generará el proyecto.
	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	...	El proyecto no incide en Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Caracterización y diagnóstico del sitio

La delimitación se realizó mediante procesos vectoriales a través de un Sistema e Información Geográfica, realizando cortes y uniones de las capas de información vectorial, estas últimas obtenidas de sitios de información oficial (INEGI, CONABIO, CONAGUA). En la figura 5 se muestra la delimitación final de SA.

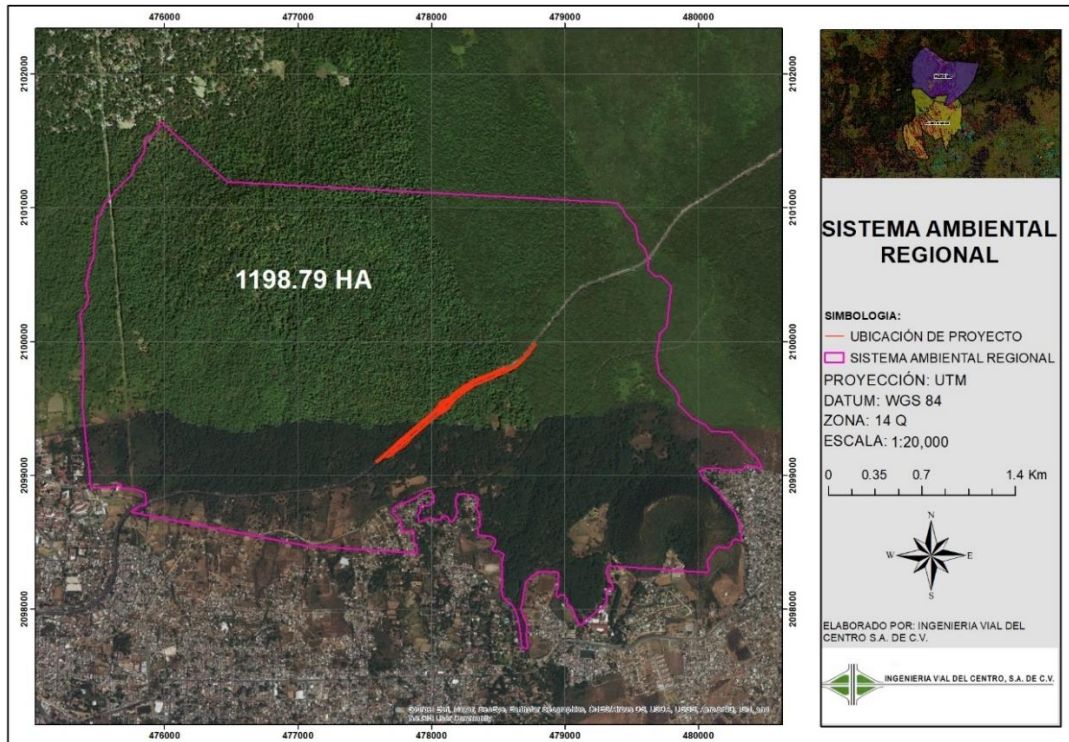


Figura 5. Delimitación del Sistema Ambiental para el proyecto

En una segunda fase se describieron los factores abióticos a nivel de SA, para dicho propósito se consultaron los datos vectoriales publicados en los sitios oficiales del INEGI, CONABIO y CONAGUA. El análisis de incidencia se realizó en un sistema de información geográfica. Los resultados del análisis de los factores abióticos a nivel de SA se muestran en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. Factores ambientales analizados a nivel de Sistema Ambiental

Factor ambiental	Descripción a nivel de SA
Fisiografía	El SA se ubica dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico. A su vez, se ubica en la subprovincia de Lagos y volcanes de Anáhuac. Esta región se caracteriza por ser una enorme masa de rocas volcánicas de varios tipos acumulada en innumerables eventos volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario y continúan al presente.
Geología	En la región en la que se delimito el polígono del SA, se tienen registros de afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias, las primeras son las más antiguas en la región y las más abundantes (basalto, andesitas, riolacitas, tobas, suelos de aluvión, etc.) se clasifican desde el punto de vista litológico como calizas y depósitos marinos interestratificados de areniscas y lutitas. Las rocas sedimentarias cubren importantes extensiones, pero en menor escala, representadas por calizas, conglomerados, areniscas y lutitas.
Edafología	De acuerdo con la carta edafológica e INEGI (2000), las unidades de suelo que se distribuyen en la zona en la que se delimito el polígono del SA son Andasol Humico y Feozem luvico, los Adasoles son los que se distribuyen ampliamente dentro del polígono delimitado para el SAR.
Hidrología	La región en la que se delimito el polígono del Sistema Ambiental Regional (SAR), se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-18 Balsas, en la Cuenca Río Grande de Amacuzac, en la Subcuenca Progreso – Huautla y en la Microcuenca Jiutepec.
Hidrología superficial	El SA se localiza en su totalidad dentro de la Cuenca del Río Grande de Amacuzac que abarca una superficie de 4,303.30 km ² , ocupando la mayor parte del territorio morelense. Este río constituye uno de los principales aportes para el río Balsas y tiene su origen a una altura de 2,600 msnm, en las laderas del Nevado de Toluca (CONAGUA). Dos subcuencas del Amacuzac constituyen las principales unidades hidrográficas dentro del área del SAR, son las cuencas de los ríos Apatlaco, del Tembembe y Yautepec. En el Sistema Ambiental Regional y en la zona en la que se localiza el proyecto, se localizan algunas escorrentías intermitentes provenientes de las barrancas, las cuales escurren y pasan por las obras de drenaje existentes con las que cuenta la Autopista México – Cuernavaca, de la cual formara parte el proyecto y que se encuentra en operación.
Hidrología subterránea	El polígono que se delimito para el Sistema Ambiental se localiza dentro del Acuífero Cuernavaca (1701), estado de Morelos. El acuífero Cuernavaca, definido con la clave 1701 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción noroccidental del Estado de Morelos, entre los paralelos 18° 40' y 19° 0' de latitud norte y entre los meridianos 99° 20' y 99° 10' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 820 km ² .
Clima	Se encuentran dos tipos de clima, el primero de ellos es el Templado subhúmedo C(w2)(W), el cual se encuentra en un 95% dentro del polígono y el segundo tipo de clima es el Semicálido subhúmedo A(C)w1(W) el cual ocupa un 5% del polígono delimitado.
Heladas	No se presenta este fenómeno en la región.
Vientos	El viento corre de sur a oeste y la velocidad promedio del viento por hora tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 4,1 meses, del 27 de diciembre al 29 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 7,8 kilómetros por hora.

En una siguiente etapa se realizó el diagnóstico de la vegetación a nivel de proyecto como lo indica la guía de elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental. El proyecto se localiza entre los municipios de Huitzilac y Cuernavaca, dentro del SA la mayor superficie es ocupada por el bosque de pino encino perteneciente al Municipio de Huitzilac. El área de estudio presenta una flora constituida potencialmente por 325 especies pertenecientes a 197 géneros, que corresponden a 89 familias, la familia mejor representada a nivel de especies es Orchidaceae con 50, seguida de la familia Poaceae con 21, Pteridaceae con 17 y

Cyperaceae con 10 especies. A nivel de género el mejor representado es Pinus con 13, seguido por Malaxis con 10 y Cheilantes con 8 así como Polypodium con 8.

Derivado del muestreo dentro de las superficies de afectación se obtuvo la siguiente lista de especies presentes tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas. La composición florística está representada por 29 especies distribuidas en 28 géneros y 23 familias como se muestra en la tabla 7.

Tabla 6. Lista florística de las especies reportadas para el área del proyecto

Familia	Género y Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT
Boraginaceae	<i>Tournefortia hirsutissima</i>	Nigua	Arbustiva	No
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Bigotillo	Arbustiva	No
	<i>Paraserianthes lophantha</i>	<i>Albizia amarilla</i>	Arbustiva	No
	<i>Erythrina breviflora</i>	Flor de colorín	Arbórea	No
Asteraceae	<i>Roldana lobata</i>	Hediondilla	Arbustiva	No
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Estrellita, Jarilla, Manzanilla	Herbácea	No
Poaceae	<i>Oplismenus burmannii</i>	Gramma de colombia, pelillo	Herbácea	No
	<i>Melinis repens</i>	Helecho	Herbácea	No
	<i>Asplenium blepharophorum</i>	Helecho	Herbácea	No
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho hembra	Herbácea	No
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris sp</i>	Helecho	Herbácea	No
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	Helecho	Herbácea	No
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco	Arbórea	No
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i>	Encino capulincillo	Arbórea	No
Garryaceae	<i>Garrya longifolia</i>	Palo azul	Arbórea	No
Styracaceae	<i>Styrax ramirezii</i>	Aguacatillo	Arbustiva	No
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i>	Ocote	Arbórea	No
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Arbórea	No
Olaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Freno	Arbórea	No
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Arbórea	No
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	Arbórea	No
	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel benjamin	Arbórea	No
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanita	Herbácea	No
Commelinaceae	<i>Tradescantia commelinoides</i>	Lluia	Herbácea	No
Solanaceae	<i>Cestrum anagyris</i>	Huele de noche	Arbustiva	No

Familia	Género y Especie	Nombre común	Forma de vida	NOM-059-SEMARNAT
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis michauxiana</i>	Helecho de resurrección	Herbácea	No
Asparagaceae	<i>Furcraea parmentieri</i>	Falso maguey	Arbórea	No
Geastraceae	<i>Geastrum saccatum</i>	Estralla de la tierra	Herbácea	No
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bougambilia	Arbustiva	No

Del total de las especies registradas dentro de la superficie afectación del proyecto ninguna se encuentra en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otra parte, la superficie de afectación del proyecto conserva algunos elementos conspicuos del tipo de vegetación y otros presentes de manera inducida como una medida de reforestación del derecho de vía actual. Dichos elementos vegetales se verán afectados por las obras de construcción del proyecto. En la tabla 8 se muestra una estimación de la afectación por especie para la superficie de afectación del proyecto.

Tabla 7. Individuos vegetales potenciales que podrán verse afectados por la afectación del proyecto

Especie	Abundancia de muestreo	Abundancia en 1 ha	Abundancia en área de afectación
	480 m ²		24,602 m ²
<i>Tournefortia hirsutissima</i>	6	125	331
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	1	21	55
<i>Paraserianthes lophantha</i>	1	21	55
<i>Erythrina breviflora</i>	1	1	1
<i>Roldana lobata</i>	2	42	110
<i>Galinsoga parviflora</i>	5	104	276
<i>Oplismenus burmannii</i>	48	1000	2647
<i>Asplenium blepharophorum</i>	4	83	221
<i>Pteridium aquilinum</i>	1	21	55
<i>Dryopteris sp.</i>	2	42	110
<i>Adiantum andicola</i>	4	83	221
<i>Cupressus lusitanica</i>	30	625	1654
<i>Quercus castanea</i>	9	188	496
<i>Garrya longifolia</i>	7	146	386
<i>Styrax ramirezii</i>	1	21	55
<i>Pinus montezumae</i>	4	83	221
<i>Prunus serotina</i>	2	42	110
<i>Fraxinus uhdei</i>	2	42	110
<i>Tradescantia commelinoides</i>	2	42	110
<i>Cestrum anagryis</i>	39	813	2150
<i>Pleopeltis michauxiana</i>	6	125	331
<i>Geastrum saccatum</i>	2	42	110

Finalmente, respecto al diagnóstico de la fauna a nivel de proyecto se identificaron 5 especies del grupo de las aves, una de los mamíferos y un reptil. Ninguna de las especies registradas se encuentra en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (tabla 9, 10, y 11).

Tabla 8. Abundancia registrada para las aves en el área del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Turdidae	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	9	Pr
Ptiligonatidae	<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulnero gris	5	---
Parulidae	<i>Basileuterus belli</i>	Chipe cejas doradas	2	---
Parulidae	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	3	---
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquero verdoso	1	---

Tabla 9. Abundancia registrada para los mamíferos en el área del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo	1	---

Tabla 10. Abundancia registrada para los reptiles en el área del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus mucronatus</i>	Lagartija espinosa de grieta	2	---

Identificación y valoración de los impactos ambientales resultados de la ejecución del proyecto

Se identificaron 69 impactos ambientales, de los cuales 19 se catalogan como benéficos y 50 como negativos (tabla 11).

Tabla 11. Matriz de identificación de interacciones causa- efecto entre actividades del proyecto y componentes ambientales

Etapa	Actividad	Componentes ambientales													
		Abiótico								Biótico				Socio económico	
		Topografía	Suelo		Atmósfera		Hidrología		Paisaje	Flora		Fauna		Social económico	
		Relieve	Capa orgánica	Calidad	Ruido	Calidad	Patrón de drenaje superficial	Calidad del agua	Calidad	Cobertura	Individuos	Individuos	Hábitat	Empleos	Economía
Preparación del sitio	Desmonte				-	-			-	-	-	-	-	+	+
	Despalme		-	-	-	-	-	-	-					+	+
	Excavación	-	-	-	-	-	-	-	-					+	+
Construcción	Cortes y perforaciones	-	-	-	-	-	-	-	-					+	+
	Obras de drenaje				-	-								+	+
	Terraplén				-	-	-							+	+
	Capa subrasante				-	-								+	+
	Pavimento				-	-								+	+
	Construcción de estructuras (pilas, columnas, cabezales)				-	-			-					+	+
	Construcción de guarniciones y banquetas				-	-									
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de carpeta asfáltica				-	-									+
	Mantenimiento de obras de drenaje				-	-							+	+	

(-) = Impactos negativos
 (+) = Impactos positivos
 (casilla en blanco) = No existe impacto

A partir de la identificación de las interacciones entre las obras y actividades con respecto a los factores ambientales, se procedió a definir el impacto provocado por cada actividad sobre los diferentes factores ambientales afectados. Los impactos ambientales sobre un mismo factor son provocados por diferentes actividades tal como se muestra en la tabla 12:

Tabla 12. Descripción de los impactos ambientales

Componente ambiental	Factor	Actividad	Descripción Impacto
Topografía	Relieve	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones Cortes de terreno y perforación para instalación de estructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del relieve derivado de las acciones de excavación, cortes y perforaciones del terreno.
Suelo	Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> Desmote y Despalme 	<ul style="list-style-type: none"> Pérdida de la capa orgánica del suelo, debido al Despalme, cortes, excavación y perforaciones del terreno.
	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones Nivelación del terreno. Cortes de terreno y perforación para instalación de estructuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminación del suelo por residuos tanto sólidos como peligrosos (derrames de aceites, fuga de gasolina, estopas impregnadas, filtros, así como otros materiales).
Atmósfera	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Desmote. Despalme Excavación Cortes perforación para instalación de estructuras. Terraplén y capa subrasante Obras de drenaje Pavimentación Construcción de estructuras, superestructuras. Construcción de guarniciones y banquetas. mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en los niveles de ruido por la actividad de maquinaria y equipo durante la realización de las obras del proyecto. Incremento de emisiones a la atmósfera y de los niveles de partículas suspendidas en el aire, por la operación de maquinaria y equipo durante las obras de preparación del sitio y construcción del proyecto.
	Calidad		
Hidrología superficial	Patrones de drenaje superficial	<ul style="list-style-type: none"> Despalme. Excavaciones Cortes y perforaciones Terraplén 	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del patrón de escorrentías debido a la realización despalme, excavaciones cortes y perforaciones y construcción de terraplenes.
	calidad del agua		<ul style="list-style-type: none"> En la zona en la que se realizará el proyecto no existen cuerpos de agua que sean afectados por las obras del proyecto, por lo que sobre este factor no se presenta ningún tipo de impacto.
Paisaje	Imagen del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> Desmote, despalme, excavaciones, cortes y perforaciones Construcción de estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del paisaje por la adición de la infraestructura del retorno a desnivel a la autopista actual y en operación.
Flora	Cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> Desmote 	<ul style="list-style-type: none"> Perdida de 24,602 m² de vegetación forestal consistente en bosque de pino – encino.
	Presencia de flora silvestre y/o de importancia biológica.		
Fauna	Presencia de fauna silvestre	<ul style="list-style-type: none"> Desmote 	<ul style="list-style-type: none"> Pérdida y desplazamiento de individuos de fauna silvestre.
	Individuos de fauna y/o		

Componente ambiental	Factor	Actividad	Descripción Impacto
	pérdida de hábitat		
Socio-economía	Empleos	Todas las actividades del proyecto	Generación de empleos temporales, beneficiando a algunos habitantes de los municipios involucrados.
	Economía		Derrama económica en los municipios involucrados por la demanda de trabajo, insumos y servicios.

Derivado del análisis realizado a los efectos de las actividades sobre los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado, se puede establecer que los impactos ambientales negativos significativos consisten en: 1) Remoción de 24,602 m² de vegetación forestal de Bosque de Pino – Encino, 2) Pérdida de la capa orgánica del suelo, debido al Despalme, cortes, excavación y perforaciones del terreno, y 3) Modificación del paisaje por la adición de la infraestructura del Retorno a desnivel, dentro del paisaje actual.

Dichos impactos se acumulan a aquellos provocados por la existencia misma del camino actual, y a las actividades que se desarrollan dentro el Sistema Ambiental Regional, tales como la remoción de vegetación forestal para zonas urbanas y para abrir campos al cultivo y actividades agropecuarias.

Medidas de mitigación para el impacto ambiental

En la tabla 13 se presentan las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

Tabla 13. Medidas de mitigación propuestas

Etapa del proyecto	Actividad	Componente ambiental	Impacto ambiental	Medida de mitigación
Preparación del sitio	Desmante	Flora	Pérdida de Vegetación de 24,602 m² de bosque de pino – encino.	<ul style="list-style-type: none"> • Previo a la actividad de desmante se propone realizar el rescate de individuos vegetales que pudieran encontrarse en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su reubicación en zonas aledañas. • El desmante se realizará exclusivamente en las superficies indispensables para el desarrollo del proyecto, evitando cualquier afectación innecesaria de áreas con cobertura vegetal. • Se realizarán acciones de restauración ambiental en una superficie equivalente a la afectada en una proporción de 10:1, es decir, por cada árbol que se corte se plantarán 10, para tal efecto, se establecerá la coordinación pertinente con la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Morelos, quienes definirán los sitios y parámetros de la restauración. • Se aplicará un programa permanente de supervisión de obra, a través del cual se vigilará que no se afecten áreas con vegetación natural adyacentes al proyecto en donde no se haya autorizado el cambio de uso del suelo en materia de impacto ambiental.
		Fauna	Desplazamiento de individuos de fauna y/o pérdida de hábitat Pérdida de fauna silvestre y/o de importancia biológica. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Ahuyentamiento de fauna silvestre • Programa de Rescate y reubicación de fauna en la zona en la que se desarrollará el proyecto conforme se avance en la obra.
	Despalme	Suelo	Pérdida de la capa orgánica de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Rescate de la capa orgánica del suelo para utilizarlo posteriormente en la recuperación de las zonas afectadas dentro del derecho de vía y zonas de compensación. • Acamellonamiento en un sitio plano con ligera pendiente • Durante la ejecución de las obras, se deberá emplear el área estrictamente necesaria para evitar la compactación de mayor superficie del suelo.

Etapa del proyecto	Actividad	Componente ambiental	Impacto ambiental	Medida de mitigación
				<ul style="list-style-type: none"> Las superficies del suelo sufren una compactación por el depósito de material y tránsito de maquinaria pesada, deben ser recuperadas al final de la obra, mediante descompactación o escarificación de la superficie para su reforestación utilizando la capa orgánica de suelo recuperada.
			Erosión del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Desmote de vegetación únicamente en las áreas requeridas dentro del derecho de vía. Programar el desmote y despalme en época de estiaje para evitar la erosión hídrica. Desvío del flujo hídrico, hacia cauces o superficies de captación.
			Contaminación de suelos por residuos	<ul style="list-style-type: none"> Retiro de desechos y su disposición adecuada en sitios autorizados por la autoridad municipal. Evitar realizar actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo fuera de los sitios destinados, dentro de los talleres habilitados para tal efecto. Los desechos que se generen por el mantenimiento de los vehículos y maquinaria como son los aceites, refacciones, solventes, etc. también deberán contar con el tratamiento pertinente para evitar la contaminación atmosférica y de suelos, deberán ser dispuestos en recipientes adecuados para su desecho y llevados a un almacén de residuos peligrosos para su confinamiento temporal; así mismo, se contará con una bitácora por unidad vehicular en la que se demuestren las condiciones adecuadas de operación de los vehículos y maquinaria, además de su mantenimiento periódico.

Etapa del proyecto	Actividad	Componente ambiental	Impacto ambiental	Medida de mitigación
Construcción	Cortes, perforaciones, obras de drenaje, terraplén, capa subrasante, pavimento, Construcción de estructura.	Topografía	Modificación del relieve	<ul style="list-style-type: none"> Reforestación del derecho de vía, utilizando para ello el suelo de rescate enriquecido con los residuos de desmonte triturados. Se considera esta medida como base para llevar a cabo la recuperación de superficies; sin embargo, algunas obras de estabilización y revegetación de taludes también pueden ayudar a mitigar los efectos visuales que se generan tras la construcción de la obra vial.
		Atmósfera	Emisión de ruido	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de maquinaria y equipo. Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 en materia de emisión de ruido.
			Generación de polvos y partículas	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de maquinaria y equipo con el fin de reducir la emisión de partículas. Cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2017 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que usan gasolina como combustible Humedecimiento de la superficie de terracerías y almacenes donde sea constante el paso de vehículos y maquinaria, utilizando camiones tanque con agua tratada. Humedecer y cubrir con lonas la carga de los camiones que transporten material a la obra de construcción de la carretera o extraigan material de residuo fuera del área del proyecto.
		Hidrología superficial	Modificación de los patrones de escorrentías y drenaje	<ul style="list-style-type: none"> Evitar disponer del material residual cerca o sobre escurrimientos superficiales o arroyos aun cuando estos sean intermitentes. Adecuación de obras hidráulicas menores para mantener el escurrimiento superficial de la región.
			Disminución en la calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> Evitar el vertido de residuos del mantenimiento de maquinaria y equipo en el terreno.
		Paisaje	Incremento en la fragmentación del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de reforestación o restauración ecológica con especies nativas que permita unir parches de vegetación existente que se encuentren aislados y formar un corredor biológico, dentro del Sistema Ambiental Regional.
			Alteración del paisaje	

3. DESCRIPCIÓN DEL VÍNCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Durante la ejecución del proyecto de Servicio Social, se alcanzaron metas de suma relevancia que resaltan la amplitud y profundidad de la labor realizada. Uno de los aspectos más destacados radica en la adopción y ejecución exitosa de una diversidad de técnicas de investigación y experimentación. Esta selección meticulosa de métodos no solo enriqueció el enfoque analítico, sino que también permitió obtener una visión integral y precisa de los componentes biológicos y ambientales involucrados. Esta amplitud metodológica no solo reforzó la solidez de los resultados obtenidos, sino que también demostró la versatilidad y adaptabilidad de los profesionales emergentes en el campo de las Ciencias Biológicas.

Un componente intrínseco de este logro fue la adopción de un enfoque multidisciplinario que trasciende las fronteras convencionales del conocimiento. La evaluación de aspectos ambientales y la propuesta de alternativas de manejo requirieron un análisis que abarcara no solo los aspectos biológicos, sino también los contextos sociales y económicos. Este análisis integral tejió en conjunto los hilos de la ecología, la conservación, la legislación ambiental y la participación comunitaria. La sinergia entre estas dimensiones dispares permitió abordar el proyecto con una perspectiva enriquecida y holística, garantizando que las soluciones propuestas fueran sólidas y realistas.

La consecución de metas significativas, como las mencionadas, no solo demuestra la capacidad y dedicación de los participantes en el presente proyecto de Servicio Social, sino que también refleja una verdadera manifestación de la formación recibida en las Ciencias Biológicas. Estos logros reafirman la importancia y pertinencia de la formación académica en la creación de profesionales con un enfoque crítico y la capacidad de generar impactos positivos en el ámbito de la biología, la ecología y la conservación; tal como refiere el objetivo general del plan de estudios de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

4. CONCLUSIONES

Durante la ejecución del proyecto de Servicio Social, se pudo constatar la relevancia y trascendencia del procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental en México, así como apreciar la complejidad y multidisciplinariedad inherente a la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

En particular, para llevar a cabo la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular para un Retorno a Desnivel, se hizo uso de una serie de metodologías de análisis y herramientas especializadas que permitieron un enfoque integral y riguroso en la evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto.

En primer lugar, se emplearon los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la información vectorial oficial como fundamentos clave para llevar a cabo un análisis geoespacial detallado y preciso. Estas herramientas proporcionaron una visión holística del entorno y permitieron evaluar la ubicación del proyecto en relación con los elementos ambientales sensibles.

Asimismo, se realizó un exhaustivo análisis de los instrumentos jurídico-administrativos aplicables al proyecto, identificando los criterios y limitantes específicos que debían ser considerados en la elaboración de la MIA. Este análisis garantizó la adecuada alineación del proyecto con las normativas y regulaciones ambientales vigentes, asegurando así su cumplimiento normativo.

En cuanto al estudio de la flora y fauna presente en el sitio de estudio, se emplearon metodologías de muestreo y monitoreo especializadas. Estas técnicas permitieron obtener información detallada sobre la diversidad biológica existente, identificando de importancia ecológica significativa. Este análisis fue fundamental para evaluar los posibles impactos sobre la biodiversidad y diseñar medidas de mitigación adecuadas.

Por último, se utilizaron metodologías específicas para identificar y valorar los impactos ambientales derivados del proyecto. Con base en estos análisis, se propusieron medidas de mitigación ambiental que permitieran reducir o compensar los impactos identificados, garantizando así una gestión ambiental responsable y sostenible del proyecto.

En resumen, la ejecución del proyecto de Servicio Social permitió evidenciar la importancia de la Evaluación del Impacto Ambiental y la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental para el sector de vías de comunicación, destacando la utilización de metodologías especializadas y herramientas técnicas para abordar de manera integral los aspectos ambientales relevantes. Este enfoque riguroso y multidisciplinario fue esencial para garantizar la identificación, valoración y mitigación adecuada de los impactos ambientales asociados al proyecto, promoviendo así un desarrollo sustentable y respetuoso con el entorno natural.

5. REFERENCIAS

- Canter, L., & Peterson, A. R. (1996). Evaluación de Impacto Ambiental: Metodología y Aplicación. México: Limusa.
- BOLFOR; Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para muestrear la vegetación en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIODIVERSIDAD-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para muestrear la fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIODIVERSIDAD-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Artículo 3º, Fracción XX. 1998. Última reforma publicada 2015 (México).
- SCT. (1999). Catálogo de Impactos Ambientales Generados por las Carreteras y sus Medidas de Mitigación. Recuperado de <http://asdf.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt133.pdf#:~:text=CAT%20DE%20IMPACTOS%20AMBIENTALES%20GENERADOS%20POR,LAS%20CARRETERAS%20Y%20SUS%20MEDIDAS%20DE%20MITIGACION>
- SEMARNAT. (2019). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf.
- SEMARNAT. (2002). Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del Sector Vías Generales de Comunicación Modalidad: Particular. Recuperado de <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Gu%C3>

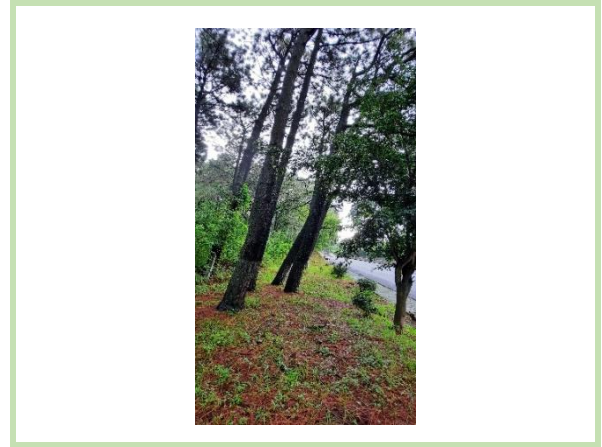
%ADas%20SEMARNAT/MIA,%20Informe%20Preventivo%20y%20DTU/MIA
%20Particular/g_vias_generales.pdf.

- SEMARNAT. (2000). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf.
- Villareal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. 2004. Manual de Métodos para el Desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventario de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia.

6. ANEXO 1 - FOTOGRÁFICO



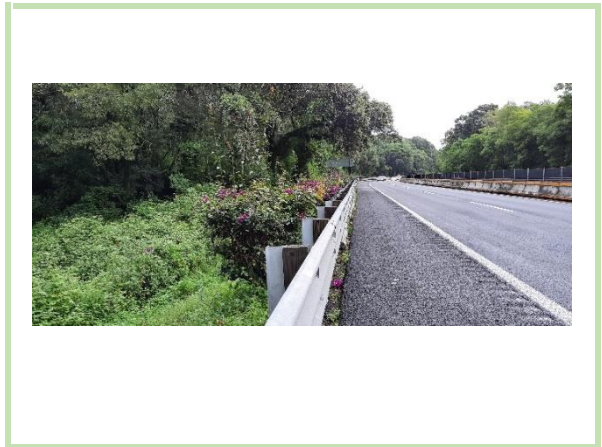
Fotografía #1: *Ficus pertuosa*



Fotografía #2: *Pinus montezumae*



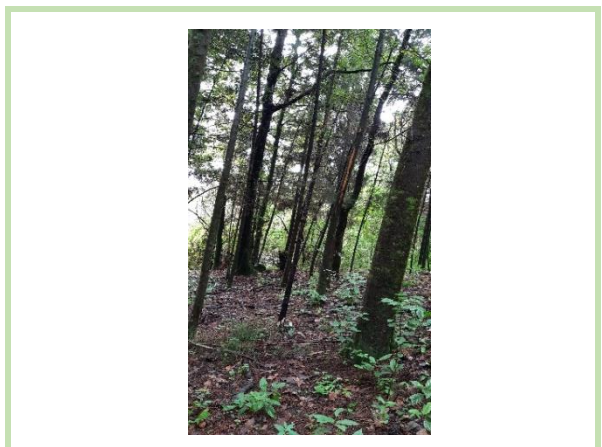
Fotografía #3: *Quercus castanea*



Fotografía #4: Vista del Derecho de Vía actual



Fotografía #5: Sitio de muestreo 1, se puede observar dominancia de *Cestrum anagyris*



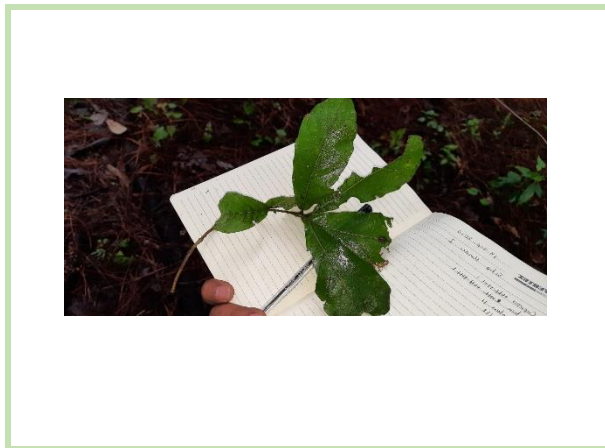
Fotografía #6: Muestra el área donde se situará el retorno a desnivel, con *Cupressus lucitanica*



Fotografía #7: *Oplismenus burmannii*



Fotografía #8: *Cestrum anagyris*.



Fotografía #9: *Quercus castanea*



Fotografía #10: Sitio de muestreo 2 por donde se ubicará el retorno a desnivel



Fotografía #11: *Garrya longifolia*



Fotografía #12: *Roldana lobata*



Fotografía #13: *Pleopeltis michauxiana*



Fotografía #14: Toma de datos



Fotografía #15: *Pleopeltis michauxiana*



Fotografía #16: *Myiopagis viridicata*



Fotografía #17: Excretas de *Conepatus leuconotus*



Fotografía #18: *Sceloporus mucronatus*