MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... - 3 -

I.1 Características generales de la ampliación ..... - 8 -

I.2 Preparación del sitio y construcción. ..... - 13 -

I.2.1 Preparación del sitio ..... - 13 -

I.2.2 Construcción ..... - 15 -

I.3 Operación y mantenimiento ..... - 29 -

I.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones ..... - 31 -

1.5 Residuos ..... - 38 -

1.6 Generación de gases efecto invernadero ..... - 40 -

1.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero ..... - 41 -

1.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros. ..... - 42 -

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

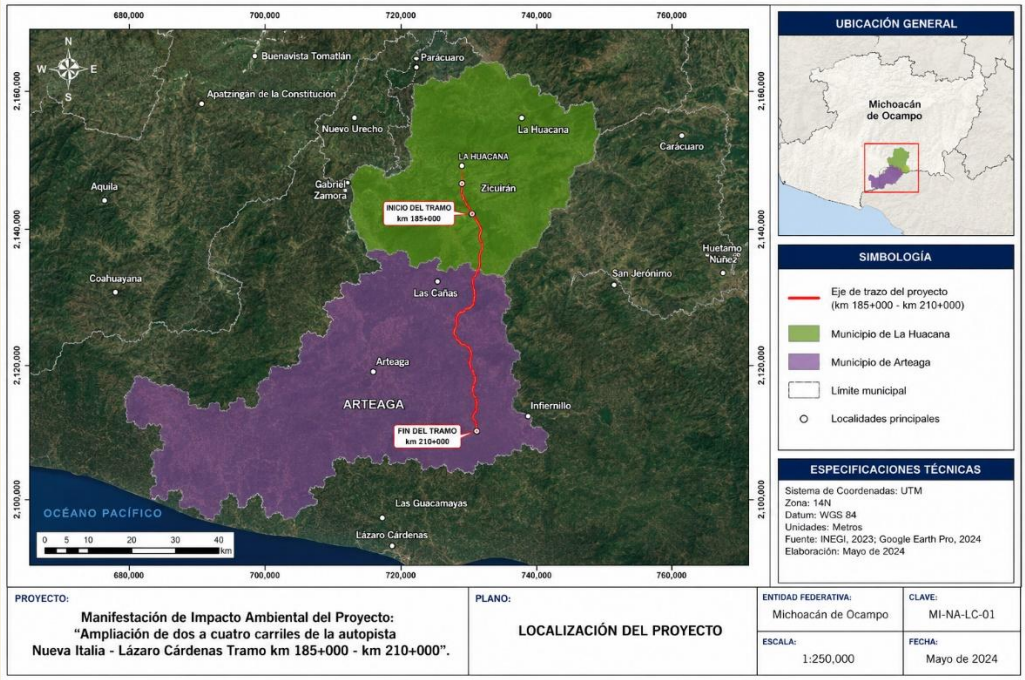
PROYECTO	
Nombre del proyecto.	Ampliación de dos a cuatro carriles de la autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas Tramo km 185+000 - km 210+900.
Nombre o Razón Social	CONCESIONARIA DE AUTOPISTAS DE MICHOACAN SA DE CV
RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
Nombre o Razón Social	Planeación y Proyectos de Ingeniería, S.C.
Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental	C. Jesús Iroel Martínez Valdez Cédula 4660984
[redacted]	[redacted]
Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).	

_____

UBICACIÓN DEL PROYECTO			
Entidad federativa	Michoacán	Municipio	La Huacana/Arteaga
Calle y número, código postal y Localidad.	Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo Km 185+000 - Km 210+900		
Imagen de ubicación del Proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman			

PROYECTO

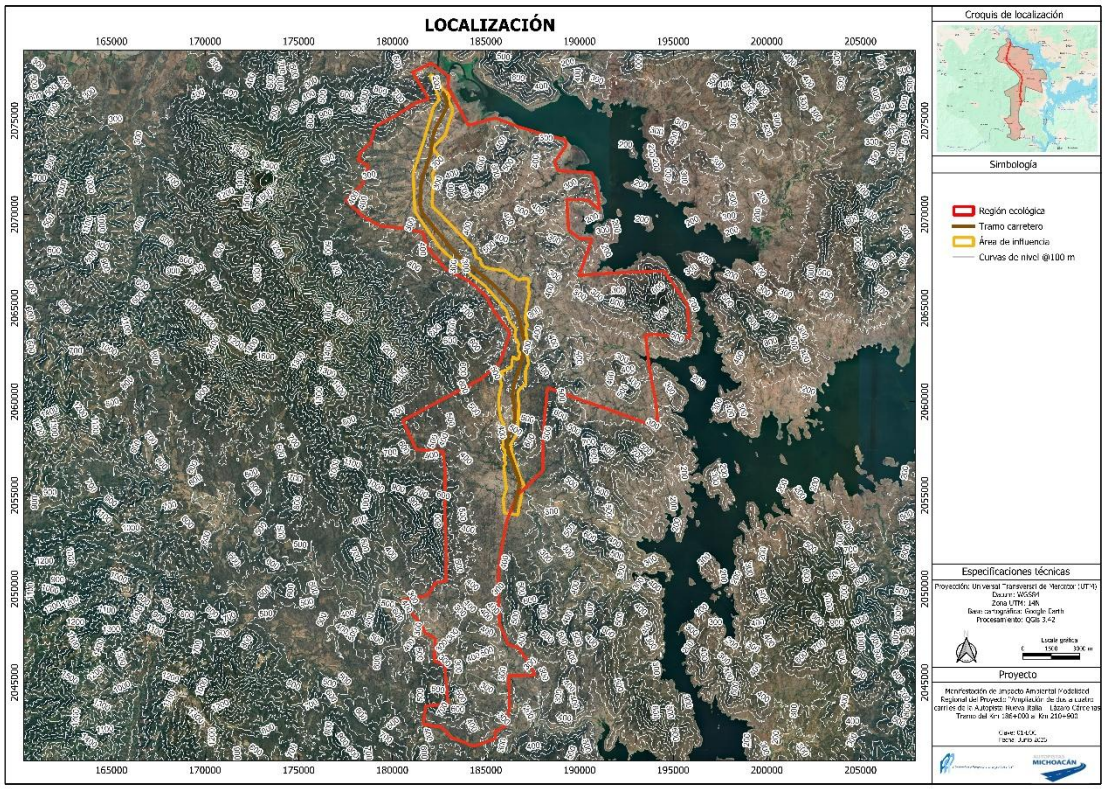
Figura 1. Ubicación del Proyecto.



El proyecto se desarrolla entre los cadenamientos km 185+000 y km 210+900, con una longitud aproximada de 25.9 km. El trazo presenta una orientación general de norte a sur y se localiza en los municipios de La Huacana y Arteaga, en el estado de Michoacán. A lo largo de su recorrido, el proyecto atraviesa una región representativa de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, caracterizada por un relieve accidentado, lomeríos, sierras de mediana elevación y una compleja red de drenaje asociada a la cuenca del río Balsas.

Se desarrolla en las inmediaciones de localidades como Zicuirán, Bella Fuentes, San Francisco de los Ranchos, Zicuirán-Infiernillo y Las Cañas, constituyendo una vía estratégica para la conectividad regional y para la comunicación entre la región de Tierra Caliente y el puerto de Lázaro Cárdenas. Asimismo, el tramo forma parte de la Autopista logístico de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, uno de los ejes carreteros más importantes para el movimiento de mercancías en el occidente del país.

Figura 1. Localización del tramo en estudio.



El proyecto atraviesa una región con marcada heterogeneidad geomorfológica y ambiental. Predominan laderas con pendientes moderadas a fuertes, cañadas, cauces intermitentes y zonas de transición hacia el sistema hidrológico asociado al embalse de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). Estas condiciones determinan la necesidad de ejecutar obras de corte, conformación de terraplenes, estabilización de taludes, adecuación de estructuras existentes y ampliación de obras de drenaje para garantizar la seguridad y funcionalidad de la autopista.

Adicionalmente, el tramo se ubica dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, una de las áreas naturales protegidas más extensas del estado de Michoacán, reconocida por la conservación de ecosistemas de selva baja caducifolia, matorral subtropical y vegetación asociada a los sistemas riparios de la cuenca del río Balsas. Esta condición confiere al proyecto una relevancia ambiental particular, por lo que su evaluación considera de manera específica la identificación, prevención y mitigación de posibles impactos sobre los componentes bióticos y abióticos presentes en la región.

El área del proyecto se delimita mediante vértices georreferenciados que definen el polígono de la ampliación y las áreas de afectación asociadas. La relación completa de

coordenadas, cadenamientos y polígonos que conforman el proyecto se presenta en el Anexo Cartográfico.

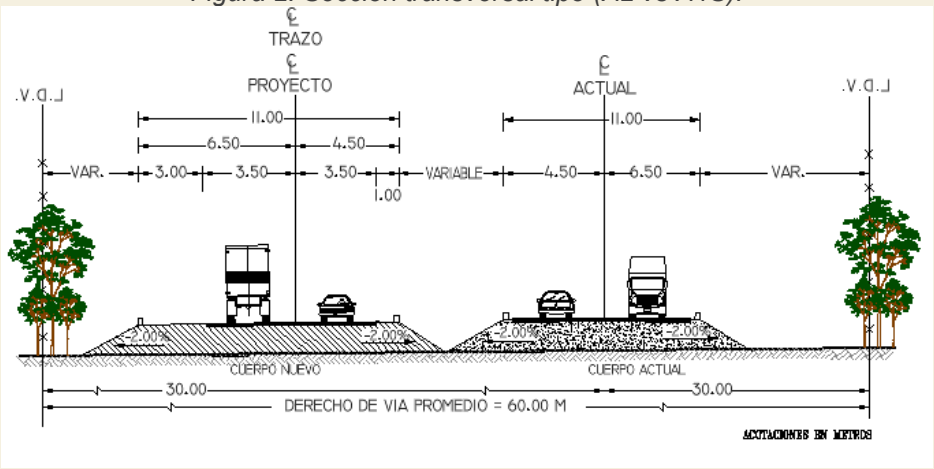
DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto denominado “Ampliación de dos a cuatro carriles de la autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas Tramo km 185+000 - km 210+900” se enmarca en las estrategias de fortalecimiento, modernización y ampliación de la infraestructura carretera en el occidente del país, particularmente en aquellos corredores que permiten la vinculación entre los centros productivos de la región centro-occidente y los nodos logísticos estratégicos del litoral del Pacífico mexicano.

El proyecto se localiza en los municipios de La Huacana y Arteaga, en el estado de Michoacán, formando parte de la autopista de cuota Nueva Italia – Lázaro Cárdenas. Esta vialidad constituye uno de los principales ejes de comunicación terrestre para el transporte de mercancías, insumos y productos con destino al Puerto de Lázaro Cárdenas. Debido a ello, el corredor presenta una elevada relevancia estratégica dentro del sistema logístico regional y nacional, al facilitar la conectividad entre las zonas industriales, agrícolas y comerciales del interior del país con los mercados nacionales e internacionales.

La ampliación del segmento comprendido entre los km 185+000 y km 210+900 se plantea como una intervención específica orientada a mejorar las condiciones de operación de la autopista, la cual actualmente opera como una vía tipo A2, con un carril por sentido. La modernización permitirá incrementar la capacidad operativa, mejorar la seguridad vial, reducir tiempos de recorrido y optimizar el flujo de transporte de carga asociado al corredor logístico Nueva Italia – Lázaro Cárdenas. La ampliación se desarrollará principalmente dentro del derecho de vía existente, mediante la construcción de un segundo cuerpo del lado izquierdo en el sentido del cadenamiento, para conformar una configuración tipo A4S.

Figura 2. Sección transversal tipo (A2 vs A4S).



La sección transversal proyectada considera un nuevo cuerpo con ancho de corona de 11.00 m, integrado por dos carriles de circulación de 3.50 m cada uno, acotamiento interno de 1.00 m y acotamiento externo de 3.00 m. La separación promedio entre cuerpos será del orden de 14.50 m, en función de las condiciones geométricas, topográficas y operativas de la Autopista.

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El derecho de vía presenta un ancho variable, generalmente comprendido entre 40 y 60 m, dependiendo de las condiciones topográficas, geotécnicas y operativas del tramo, así como de los requerimientos para alojar taludes, cunetas, obras de drenaje, estructuras, muros, dispositivos de seguridad y demás infraestructura complementaria.

La superficie de ocupación de la Autopista se encuentra directamente asociada a la longitud del tramo y al ancho efectivo del derecho de vía. Considerando una longitud aproximada de 25.9 km y un ancho promedio cercano a 50 m, se estima una superficie total de la Autopista del orden de 125 ha. No obstante, dado que la ampliación se desarrollará predominantemente dentro de una franja previamente intervenida y dentro del derecho de vía, la superficie adicional susceptible de afectación se asociará principalmente a ampliaciones laterales, cortes, terraplenes, adecuaciones de estructuras existentes, obras de drenaje y obras complementarias requeridas para garantizar la operación segura de la vialidad.

De manera complementaria, el proyecto contempla la intervención de infraestructura existente, incluyendo la ampliación, adecuación o sustitución de obras de drenaje transversal, la construcción y adecuación de drenaje longitudinal mediante cunetas, obras de protección, bordillos y lavaderos, la adecuación de estructuras vehiculares, la instalación de muros en zonas topográficamente restrictivas y la instalación o reubicación de señalamiento horizontal y vertical.

Asimismo, debido a que el proyecto se localiza dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, las actividades constructivas incorporarán medidas específicas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a minimizar los efectos sobre los ecosistemas presentes en la región y garantizar la conservación de los recursos naturales asociados al proyecto.

En este contexto, las dimensiones generales del proyecto se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1..

Concepto	Unidad	Valor aproximado
Longitud del tramo	km	25.9
Cadenamiento inicial	km	185+000
Cadenamiento final	km	210+900
Tipo de sección actual	—	A2, un carril por sentido
Tipo de sección proyectada	—	A4S, mediante construcción de segundo cuerpo
Sentido de ampliación	—	Lado izquierdo en sentido del cadenamiento
Ancho de carril	m	3.50
Número de carriles del nuevo cuerpo	—	2
Ancho de calzada del nuevo cuerpo	m	7.00
Acotamiento interno	m	1.00
Acotamiento externo	m	3.00

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS		
Ancho de corona por cuerpo	m	11.00
Separación promedio entre cuerpos	m	14.50
Velocidad de proyecto	km/h	110
Derecho de vía estimado	m	40 – 60
Superficie estimada de la ampliación	ha	~125
Tipo de intervención	—	Ampliación sobre trazo existente mediante segundo cuerpo

I.1 Características generales de la ampliación

El proyecto consiste en la ampliación de un segmento de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, mediante la construcción de un segundo cuerpo de circulación que permitirá transformar la configuración actual de la vialidad de una sección tipo A2 a una configuración tipo A4S. Esta intervención se realizará sobre la infraestructura existente, respetando en términos generales su trazo horizontal y vertical, y desarrollándose principalmente dentro del derecho de vía actual.

El tramo considerado corresponde al comprendido entre los km 185+000 y 210+900, con una longitud aproximada de 25.9 km. La obra contempla la incorporación de carriles adicionales por sentido de circulación, así como la adecuación de los elementos geométricos, estructurales e hidráulicos necesarios para su funcionamiento bajo condiciones de mayor capacidad, seguridad y continuidad del flujo vehicular.

El proyecto se localiza en los municipios de La Huacana y Arteaga, estado de Michoacán, formando parte de uno de los corredores carreteros más importantes del occidente del país, al constituir un enlace estratégico entre la región centro-occidente y el Puerto de Lázaro Cárdenas. Debido a ello, el tramo presenta una elevada participación de transporte de carga y una importancia logística relevante para la movilidad regional y nacional.

La sección tipo proyectada corresponde a una configuración tipo A4S, conformada por dos cuerpos de circulación independientes con dos carriles cada uno. El nuevo cuerpo contará con dos carriles de circulación de 3.50 m de ancho cada uno, complementados con un acotamiento interno de 1.00 m y un acotamiento externo de 3.00 m, conformando un ancho de corona de 11.00 m. La ampliación se desarrollará mediante la construcción del nuevo cuerpo sobre el lado izquierdo de la vialidad existente en el sentido creciente del cadenamiento. Entre ambos cuerpos se mantendrá una separación variable, determinada por las condiciones topográficas, geométricas y operativas de la Autopista.

En zonas de corte se incorporarán cunetas para el manejo de escurrimientos superficiales, mientras que en terraplén se considerarán soluciones de estabilización y protección lateral de taludes. Debido a que parte de la Autopista se localiza dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, las actividades constructivas incorporarán medidas específicas para minimizar la afectación a los componentes ambientales presentes en la región.

Tabla 2. Principales características del proyecto.

Característica	Descripción
Tipo de carretera actual	A2 (un carril por sentido)
Configuración proyectada	A4S mediante construcción de segundo cuerpo
Longitud	25.9 km
Cadenamiento	Km 185+000 al km 210+900
Tipo de obra	Ampliación sobre trazo existente
Velocidad del proyecto	110 km/h
Número total de carriles	4 (2 por sentido)
Ancho de carril	3.50 m
Acotamiento interno	1.00 m
Acotamiento externo	3.00 m
Ancho de corona por cuerpo	11.00 m
Sentido de ampliación	Lado izquierdo en sentido del cadenamiento

La ampliación implica la ejecución de trabajos de terracerías para el ajuste de la plataforma, incluyendo cortes, conformación de terraplenes y preparación de la subrasante. Posteriormente, se colocará la estructura del pavimento integrada por capas de base hidráulica, base y carpeta asfálticas, diseñadas en función de las cargas vehiculares proyectadas, particularmente aquellas asociadas al transporte de carga pesada y a las condiciones geotécnicas presentes a lo largo de la Autopista.

La superficie de rodamiento será diseñada conforme a los estándares aplicables a autopistas de altas especificaciones, garantizando niveles adecuados de regularidad superficial, seguridad y confort durante la operación.

El sistema de drenaje será adecuado para asegurar el manejo eficiente de los escurrimientos superficiales, mediante la ampliación o sustitución de obras existentes y la incorporación de elementos complementarios como cunetas, bordillos, lavaderos y estructuras de conducción. Estas obras serán dimensionadas con base en estudios hidrológicos e hidráulicos específicos del tramo, considerando las condiciones fisiográficas de la cuenca del río Balsas y la presencia de numerosos cauces intermitentes característicos de la región.

Las obras de drenaje proyectadas consideran tanto la ampliación y adecuación de infraestructura existente como la incorporación de nuevos elementos, lo cual refleja un enfoque integral para el manejo de escurrimientos superficiales. Su dimensionamiento responde a criterios hidrológicos acordes con las condiciones del sitio, incluyendo análisis de avenidas de diseño, características de las microcuencas y comportamiento del escurrimiento a lo largo de la Autopista.

Tabla 3. Obras de drenaje proyectadas.

Tipo de obra de drenaje	Cantidad estimada	Observaciones
Alcantarillas tubulares de concreto Ø 1.20 – 1.50 m	>20	Identificadas en los registros de drenaje del proyecto
Obras de drenaje existentes a adecuar	Variable	Conforme a requerimientos del proyecto ejecutivo
Cunetas revestidas	>6,000 m	Conducción longitudinal de escurrimientos
Cunetas de protección	>5,000 m	Protección de cortes y terraplenes
Bordillos de concreto	>1,000 m	Encauzamiento superficial y protección
Lavaderos de concreto	>200 m	Descarga controlada hacia cauces
Obras de protección hidráulica	Variable	Asociadas a cauces y zonas críticas

Las cantidades presentadas corresponden a estimaciones preliminares derivadas de la información disponible del proyecto ejecutivo y podrán ajustarse conforme se integren los planos constructivos definitivos y los catálogos completos de obra.

El proyecto contempla la intervención de estructuras existentes, incluyendo la ampliación de puentes, pasos vehiculares y obras de cruce, así como la adecuación de entronques y accesos. De manera preliminar se identificaron diversas estructuras mayores a lo largo del tramo, incluyendo aproximadamente siete pasos inferiores vehiculares (PIV), trece pasos superiores vehiculares (PSV), un paso superior ferroviario y diversas estructuras de puente distribuidas a lo largo de la Autopista, las cuales serán adecuadas o complementadas para garantizar la continuidad operativa de la autopista ampliada.

En función de las condiciones operativas y de los requerimientos del proyecto ejecutivo, podrán incorporarse soluciones específicas que permitan mantener niveles adecuados de servicio, seguridad vial y continuidad funcional de la infraestructura.

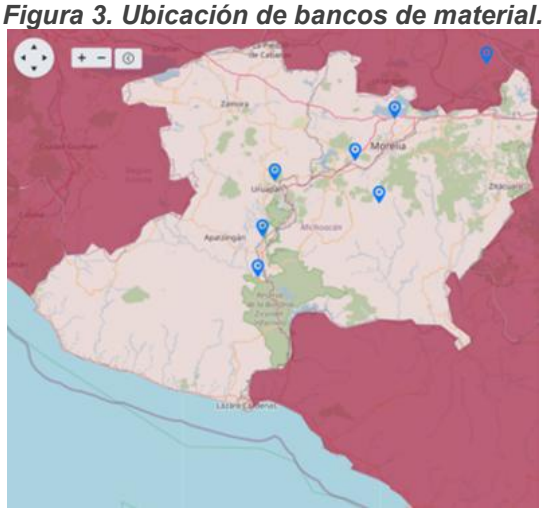
En sectores con condiciones topográficas restrictivas, particularmente en zonas de lomeríos y cañadas características de los municipios de La Huacana y Arteaga, se prevé la estabilización de taludes mediante soluciones geotécnicas tales como cortes con pendientes controladas, estructuras de contención, anclajes, recubrimientos y obras de protección contra erosión, en función de las características litológicas y geomecánicas del sitio.

Asimismo, el análisis preliminar de la Autopista permitió identificar múltiples segmentos donde será necesaria la ejecución de cortes para alojar la nueva sección carretera. Estos cortes se localizan principalmente sobre el lado izquierdo de la Autopista en sentido creciente del cadenamiento, asociados a zonas de lomeríos y cañadas donde la topografía limita el desarrollo de la ampliación.

De manera complementaria, el proyecto considera la instalación de infraestructura provisional necesaria para su ejecución, así como la posible reubicación de servicios que interfieran con la ampliación, tales como líneas eléctricas, telecomunicaciones y otras redes existentes dentro del derecho de vía.

En lo que respecta al suministro de materiales, el proyecto requerirá volúmenes significativos de insumos pétreos para la conformación de terracerías, capas estructurales del pavimento, obras de drenaje y mezclas asfálticas. Estos materiales serán obtenidos de bancos previamente identificados y de proveedores autorizados que cuenten con los permisos correspondientes para su aprovechamiento y comercialización.

Figura 3. Ubicación de bancos de material.



A partir del análisis de disponibilidad regional y accesibilidad logística, se identificó que los bancos de material localizados en el estado de Michoacán presentan condiciones favorables para abastecer los requerimientos constructivos del proyecto, debido a su cercanía relativa con el proyecto y a la disponibilidad de materiales aptos para terracerías, pavimentos y estructuras. Lo anterior permite optimizar las distancias de acarreo y mejorar la eficiencia operativa durante las distintas etapas de construcción.

Los bancos considerados incluyen materiales aptos para terracerías, bases hidráulicas, concretos asfálticos e hidráulicos, así como materiales para recubrimientos y obras complementarias, permitiendo cubrir los distintos requerimientos constructivos del proyecto.

De manera preliminar, las cantidades de obra disponibles para los primeros subtramos del proyecto indican requerimientos superiores a 110,000 m³ de material de préstamo provenientes del Banco San Francisco, así como volúmenes importantes de materiales pétreos para la construcción de terraplenes, capas estructurales del pavimento y obras de drenaje, por lo que dicho banco constituye la principal fuente de abastecimiento identificada para el desarrollo de la obra.

A continuación, se presenta el listado preliminar de bancos y fuentes de suministro consideradas para el proyecto:

Tabla 4. Bancos de material considerados para el proyecto.

Banco de material	Tipo de material	Uso principal
Banco San Francisco (km 190)	Material para terracerías, base hidráulica y agregados pétreos	Formación de terraplenes, capas estructurales y obras complementarias
Plantas y proveedores regionales autorizados	Concreto asfáltico e hidráulico	Pavimentos, estructuras y obras de drenaje
Bancos complementarios autorizados	Material pétreo y revestimiento	Requerimientos adicionales de construcción

El aprovechamiento de estas fuentes de suministro permitirá garantizar la disponibilidad continua de materiales durante las distintas etapas constructivas, optimizando las distancias de acarreo y asegurando la calidad de los insumos conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

En lo que respecta a los sitios de disposición final, el material excedente producto de cortes, excavaciones y actividades de despalme será reutilizado, en la medida de lo posible, dentro del propio proyecto, particularmente en la conformación de terraplenes, rellenos y obras complementarias.

Asimismo, el proyecto contempla el aprovechamiento prioritario del material producto de cortes y excavaciones cuando éste cumpla con las especificaciones geotécnicas requeridas, reduciendo la necesidad de extracción adicional de materiales y minimizando el volumen destinado a disposición final.

Aquellos volúmenes que no sean susceptibles de reutilización serán trasladados a sitios de tiro autorizados, los cuales deberán cumplir con la normatividad ambiental vigente y contar con las condiciones adecuadas para su disposición.

La ubicación específica de los sitios de tiro será definida durante etapas posteriores del proyecto, en función de la disponibilidad local, accesibilidad, criterios ambientales y condiciones operativas, procurando en todo momento minimizar las distancias de transporte y evitar afectaciones adicionales al entorno.

Asimismo, considerando que el tramo se localiza dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, la selección de sitios auxiliares y áreas de disposición se realizará privilegiando zonas previamente intervenidas o con alteración antrópica, evitando la ocupación innecesaria de áreas con vegetación conservada o de relevancia ecológica.

I.2 Preparación del sitio y construcción.

I.2.1 Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio se desarrollará durante los primeros 3 a 6 meses del programa de obra y comprende el conjunto de actividades necesarias para habilitar las áreas de trabajo y establecer las condiciones iniciales para la ejecución de la ampliación del tramo carretero. Estas acciones se implementarán de manera progresiva a lo largo de los aproximadamente 25.9 km del proyecto, en función de la liberación del derecho de vía y de la apertura simultánea de frentes de trabajo.

- **Instalaciones provisionales**

Se llevará a cabo la instalación de infraestructura temporal indispensable para el desarrollo de las actividades constructivas, la cual incluye campamentos para el personal, oficinas técnicas y administrativas, patios de maquinaria, talleres de mantenimiento y áreas de almacenamiento de materiales e insumos.

Estas instalaciones se ubicarán preferentemente dentro del derecho de vía existente o en zonas previamente intervenidas, lo cual es indicativo de un enfoque orientado a minimizar la ocupación de nuevas áreas. Considerando que el proyecto se desarrolla dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, se privilegiará la utilización de superficies previamente alteradas o con uso antrópico, evitando la ocupación innecesaria de áreas con vegetación conservada.

Los patios de maquinaria serán acondicionados mediante nivelación y, en su caso, estabilización superficial, a fin de soportar cargas dinámicas y garantizar la operación eficiente del equipo pesado.

De manera complementaria, se habilitarán áreas específicas para el almacenamiento de combustibles, lubricantes y otros insumos, las cuales contarán con sistemas de contención para prevenir derrames y afectaciones al suelo. Asimismo, se instalarán servicios sanitarios y de apoyo conforme a los requerimientos del personal, asegurando condiciones adecuadas de higiene, seguridad y operación durante esta etapa.

- **Trazo y nivelación**

Una vez establecidas las condiciones de acceso y habilitación inicial, se procederá a la ejecución de los trabajos de trazo y nivelación, los cuales permiten materializar en campo la geometría del proyecto definida en el diseño ejecutivo.

Estas actividades consisten en la ubicación precisa del eje de la autopista, los límites de la sección transversal, los niveles de rasante y la localización de obras de drenaje y estructuras. El trazo se realizará mediante el uso de equipo topográfico especializado, incluyendo estaciones totales y sistemas de posicionamiento global (GNSS), lo que permitirá establecer puntos de control georreferenciados a lo largo del tramo.

La nivelación tiene como objetivo definir las cotas y pendientes requeridas para la correcta ejecución de las terracerías, asegurando la continuidad del perfil longitudinal y el cumplimiento de los criterios de diseño geométrico. Esta actividad resulta fundamental para garantizar la adecuada conformación de la subrasante y el desempeño estructural del pavimento.

- **Desmonte y despalme**

Una vez definido el trazo del proyecto, se llevará a cabo la limpieza del terreno en las áreas destinadas a la ampliación de la plataforma. Previamente al inicio de estas actividades se implementarán las medidas de rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna que, en su caso, sean definidas en los programas ambientales correspondientes.

El desmonte consistirá en la remoción de la vegetación existente dentro de la franja de afectación, incluyendo componentes arbóreos, arbustivos y herbáceos, así como la extracción de raíces y residuos vegetales.

De manera preliminar, la información disponible del proyecto ejecutivo indica que las actividades de desmonte asociadas a los primeros subtramos del proyecto abarcan superficies superiores a 11 hectáreas, concentrándose principalmente sobre el lado izquierdo de la Autopista en sentido creciente del cadenamiento, donde se desarrollará el nuevo cuerpo de circulación. La superficie definitiva de afectación será precisada a partir de la delimitación final de las áreas de obra y de los resultados de los estudios ambientales correspondientes.

Estas actividades se ejecutarán mediante maquinaria pesada, como tractores y excavadoras, así como con apoyo de equipo manual en zonas de difícil acceso o con restricciones operativas. La intervención se concentrará principalmente en las zonas laterales al cuerpo existente de la autopista, donde se desarrollará la ampliación.

Las actividades de desmonte y despalme se realizarán de manera secuencial y por frentes de trabajo, procurando limitar la remoción de vegetación únicamente a las áreas estrictamente necesarias para la construcción de la nueva infraestructura, así como mantener superficies mínimas expuestas para reducir procesos erosivos y la generación de material particulado.

El despalme implicará la remoción de la capa superficial del suelo, caracterizada por contener material orgánico y baja capacidad portante. Esta capa será retirada hasta alcanzar niveles con condiciones adecuadas para la conformación de la subrasante.

El material producto del despalme será acopiado temporalmente dentro del derecho de vía, en sitios previamente definidos, para su posible reutilización en actividades como la protección y recubrimiento de taludes, restauración de áreas intervenidas o estabilización superficial. Por su parte, los residuos vegetales generados serán manejados conforme a la normatividad aplicable, priorizando su aprovechamiento, trituración para reincorporación al suelo o disposición en sitios autorizados.

Tabla 5. Actividades principales de preparación del sitio.

Actividad	Descripción
Instalaciones provisionales	Habilitación de campamentos, oficinas, patios de maquinaria, almacenes y servicios de apoyo
Trazo y nivelación	Materialización del proyecto ejecutivo mediante control topográfico y georreferenciación
Desmonte	Remoción de vegetación en las áreas requeridas para la ampliación de la plataforma
Despalme	Retiro de la capa superficial del suelo para preparación de terracerías
Rescate de flora y fauna	Aplicación de medidas ambientales previas al inicio de las actividades constructivas
Acopio de suelo vegetal	Almacenamiento temporal para su reutilización en restauración y estabilización
Habilitación de accesos	Adecuación de accesos temporales y áreas de trabajo

I.2.2 Construcción

Concluidas las actividades de preparación del sitio, se iniciará la etapa de construcción, en la cual se ejecutarán las obras necesarias para la ampliación del tramo carretero mediante la construcción de un segundo cuerpo para conformar una configuración tipo A4S a lo largo de aproximadamente 25.9 km. Esta fase se desarrollará mediante la operación simultánea de múltiples frentes de trabajo distribuidos a lo largo del trazo, permitiendo un avance progresivo conforme a la disponibilidad del derecho de vía y a las condiciones técnicas y operativas del proyecto.

Durante esta etapa se mantendrá en operación la autopista existente, por lo que se implementarán esquemas de manejo de tránsito que incluyen señalamiento provisional, desvíos controlados, barreras de protección y dispositivos de seguridad vial. Lo anterior es indicativo de una estrategia constructiva orientada a garantizar la continuidad del flujo vehicular y la seguridad de los usuarios durante la ejecución de las obras.

El proceso constructivo integra diversos componentes técnicos, entre los que destacan: terracerías, obras de drenaje, conformación de la estructura de pavimento, ejecución de estructuras, estabilización geotécnica, así como la instalación de señalamiento y dispositivos de seguridad.

- **Terracerías.**

Las terracerías constituyen la base del proceso constructivo y tienen como finalidad conformar la geometría de la plataforma conforme a los alineamientos horizontal y vertical definidos en el proyecto ejecutivo. Esta etapa resulta fundamental para asegurar la estabilidad estructural del pavimento y el adecuado comportamiento de la vialidad durante su vida útil.

De manera preliminar, la información disponible del proyecto ejecutivo para los primeros subtramos de la Autopista indica volúmenes superiores a 140,000 m³ de excavación en cortes y más de 110,000 m³ de material de préstamo para la conformación de terraplenes y capas estructurales, lo que refleja la magnitud de las actividades de movimiento de tierras requeridas para la ampliación de la autopista.

Considerando las características topográficas presentes en los municipios de La Huacana y Arteaga, donde predominan lomeríos, sierras bajas y cañadas asociadas a la cuenca del río Balsas, las actividades de terracerías representan uno de los componentes más relevantes del proceso constructivo.

Las principales actividades comprenden la remoción, traslado, colocación y compactación de materiales, bajo estrictos controles de calidad:

a) **Excavaciones en corte:**

Se realizarán en los segmentos donde la rasante de proyecto se ubique por debajo del nivel del terreno natural. Estas excavaciones podrán involucrar materiales de distinta naturaleza (suelos sueltos, materiales semicompactos o roca), lo cual determina el tipo de maquinaria y procedimiento constructivo a emplear. En caso de materiales rocosos, podrán utilizarse métodos mecánicos o técnicas de fragmentación controlada, asegurando la estabilidad de los taludes y minimizando efectos sobre las áreas adyacentes.

El análisis preliminar de la Autopista permitió identificar múltiples segmentos donde será necesaria la ejecución de cortes para alojar el nuevo cuerpo de circulación, particularmente en el lado izquierdo de la autopista existente, asociados a zonas de lomeríos y cañadas con pendientes moderadas a fuertes.

b) **Formación de terraplenes:**

Se llevará a cabo mediante la colocación de materiales seleccionados en capas sucesivas de espesor controlado, generalmente entre 20 y 30 cm en estado suelto, las cuales serán compactadas hasta alcanzar las densidades especificadas. El material podrá provenir de cortes compensados dentro del mismo proyecto o de bancos de préstamo autorizados,

debiendo cumplir con criterios granulométricos, plasticidad y capacidad de soporte establecidos en las especificaciones aplicables.

Cuando las características geotécnicas de los materiales producto de corte lo permitan, éstos serán reutilizados en la formación de terraplenes y rellenos, reduciendo la necesidad de extracción de materiales adicionales y optimizando el balance de movimiento de tierras del proyecto.

c) Compactación de subrasante:

La subrasante constituye la capa superior de las terracerías y su adecuada compactación es esencial para evitar asentamientos diferenciales y garantizar el desempeño del pavimento. Esta actividad se realizará utilizando equipo especializado, como rodillos vibratorios, neumáticos o lisos, controlando la humedad óptima y verificando la densidad mediante pruebas de campo.

Los trabajos de terracerías se desarrollarán conforme a las especificaciones técnicas vigentes para carreteras de altas especificaciones, incorporando medidas de control de erosión, manejo de escurrimientos y estabilización temporal en aquellas áreas que, por sus condiciones topográficas o ambientales, así lo requieran.

Tabla 6. Parámetros técnicos de terracerías.

Concepto	Valor de diseño
Espesor de capa compactada	20 – 30 cm
Compactación de subrasante	≥95% Proctor Modificado
Compactación de terraplenes	90 – 100% según capa estructural
Pendiente de taludes en corte	Variable según condiciones geotécnicas
Pendiente de taludes en terraplén	1.5:1 a 2:1
Material de préstamo principal	Banco San Francisco km 190
Velocidad de proyecto asociada	110 km/h

Tabla 7. Volúmenes preliminares de terracerías identificados en el proyecto[1].

Concepto	Cantidad aproximada
Despalme	>33,000 m³
Excavación en cortes	>140,000 m³
Material de préstamo	>110,000 m³
Formación de terraplenes	>98,000 m³
Compactación de subrasante	>13,000 m³

- **Obras de drenaje**

El sistema de drenaje tiene como objetivo controlar y conducir los escurrimientos superficiales generados a lo largo del tramo carretero, mediante la ampliación y adecuación de obras existentes, así como la incorporación de estructuras complementarias acordes con las condiciones hidrológicas e hidráulicas de la Autopista.

[1] Valores preliminares obtenidos a partir de la información disponible del proyecto ejecutivo para los subtramos analizados; las cantidades definitivas podrán ajustarse durante la integración final de los generadores de obra.

Considerando que el proyecto se desarrolla dentro de la cuenca del río Balsas y en una región caracterizada por una topografía accidentada con presencia de cañadas, escurrimientos temporales y cauces intermitentes, el sistema de drenaje constituye un componente fundamental para garantizar la estabilidad de la infraestructura y la seguridad de los usuarios.

El proyecto ejecutivo indica la presencia de múltiples obras de drenaje transversal distribuidas a lo largo de la Autopista, incluyendo alcantarillas tubulares, estructuras de concreto, cunetas, bordillos y lavaderos, cuya función es garantizar el adecuado desalojo de los escurrimientos generados en las microcuencas que interceptan la autopista.

Las obras de drenaje proyectadas consideran tanto la ampliación y adecuación de infraestructura existente como la incorporación de nuevos elementos, lo cual refleja un enfoque integral para el manejo de escurrimientos superficiales. Su dimensionamiento responde a criterios hidrológicos acordes con las condiciones del sitio, incluyendo análisis de avenidas de diseño, características de las microcuencas y comportamiento del escurrimiento a lo largo de la Autopista.

Las estructuras hidráulicas serán diseñadas para mantener la continuidad de los patrones naturales de drenaje, minimizar procesos erosivos y garantizar el adecuado funcionamiento de la autopista durante eventos de precipitación ordinarios y extraordinarios.

De manera preliminar, los registros de drenaje disponibles para los subtramos analizados reportan más de 100 m de alcantarillas tubulares de concreto, más de 6 km de cunetas revestidas, cerca de 1.4 km de bordillos y más de 200 m de lavaderos, además de diversas obras de protección hidráulica asociadas a cortes, terraplenes y cruces de cauces temporales.

Tabla 8. Parámetros de diseño hidráulico.

Elemento	Parámetro
Periodo de retorno de diseño	10 – 50 años
Pendiente mínima de cunetas	0.5 %
Velocidad permisible en conducciones	1.5 – 3.0 m/s
Material de revestimiento	Concreto, mampostería o materiales equivalentes
Tipo de drenaje predominante	Superficial longitudinal y transversal
Cuenca hidrológica principal	Río Balsas

Tabla 9. Componentes del sistema de drenaje.

Elemento	Cantidad preliminar	Función
Alcantarillas tubulares de concreto Ø 1.20–1.50 m	>20	Conducción de escurrimientos transversales
Cunetas revestidas	>6,000 m	Conducción longitudinal de escurrimientos

Elemento	Cantidad preliminar	Función
Cunetas de protección	>5,000 m	Protección de cortes y terraplenes
Bordillos de concreto	>1,000 m	Encauzamiento superficial
Lavaderos de concreto	>200 m	Descarga controlada hacia cauces
Obras de protección hidráulica	Variable	Control de erosión y disipación de energía
Obras de drenaje existentes a adecuar	Variable	Adaptación a la nueva sección carretera

Figura 4. Sección tipo de obra de drenaje de tipo cajón de concreto.

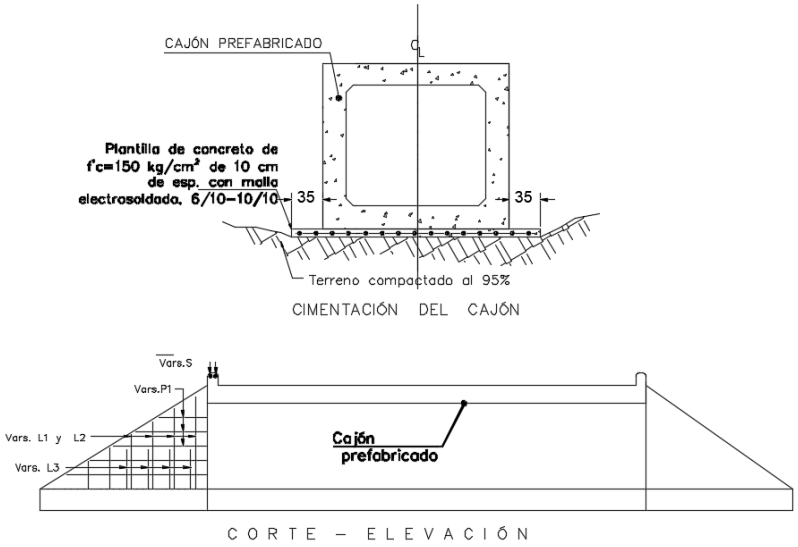
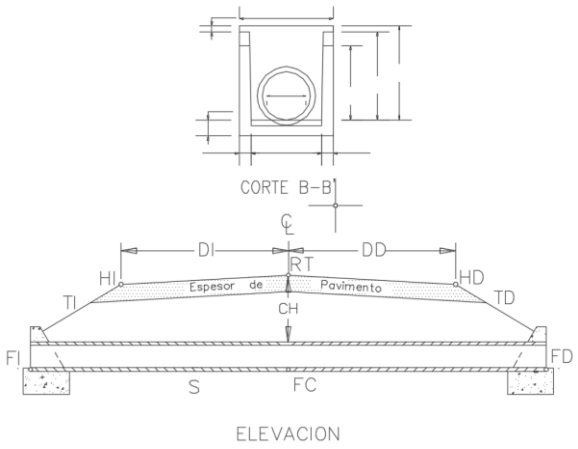


Figura 5. Sección tipo de obra de drenaje para un tubo de concreto reforzado.



- **Estructura de pavimento**

La estructura de pavimento se diseña para soportar las cargas vehiculares proyectadas a lo largo del tramo, con énfasis en el tránsito pesado asociado a la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, permitiendo la adecuada distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores hasta la subrasante.

Su configuración responde a criterios de capacidad estructural, durabilidad y desempeño funcional bajo condiciones de operación de una autopista de altas especificaciones, considerando además las condiciones geotécnicas y climáticas características de la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán.

La colocación de las capas estructurales se realizará mediante procedimientos constructivos y controles de calidad acordes con las especificaciones técnicas aplicables, garantizando el cumplimiento de los parámetros de resistencia, compactación y regularidad superficial requeridos para la operación segura de la vialidad.

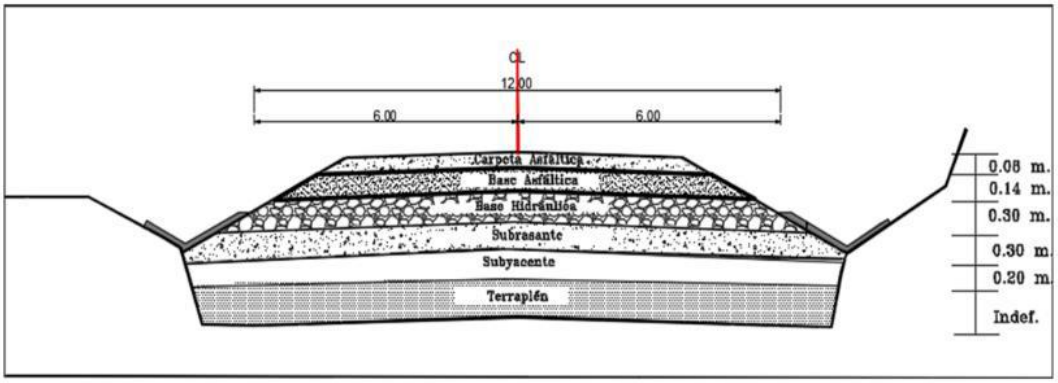
De manera preliminar, El proyecto ejecutivo considera la construcción de capas de base hidráulica, base y carpeta asfálticas en caliente, con espesores y características estructurales acordes con una autopista de altas especificaciones diseñada para una velocidad de proyecto de 110 km/h y para soportar el tránsito de carga asociado al corredor logístico Nueva Italia – Lázaro Cárdenas.

Tabla 10. Capas estructurales del pavimento.

Capa	Función principal	Características generales	Espesor estimado
Subrasante mejorada	Plataforma de soporte del pavimento	Compactación controlada y mejoramiento de capacidad de carga	Variable
Base hidráulica	Distribución estructural de cargas	Material pétreo triturado compactado al 100%	30 cm
Base asfáltica	Refuerzo estructural intermedio	Mezcla asfáltica compactada al 95%	12 cm
Carpeta asfáltica	Superficie de rodamiento	Mezcla asfáltica en caliente de alto desempeño	10 cm

La colocación de las capas estructurales se realizará mediante procedimientos constructivos y controles de calidad acordes con las especificaciones técnicas del proyecto.

Figura 6. Sección tipo de la construcción del cuerpo nuevo.



- **Sentido de ampliación del proyecto**

La ampliación del tramo carretero se desarrollará predominantemente sobre el lado izquierdo de la autopista existente en el sentido creciente del cadenamiento, mediante la construcción de un segundo cuerpo de circulación que permitirá conformar una sección tipo A4S.

La selección de este sentido de ampliación responde a criterios geométricos, topográficos y operativos identificados durante el desarrollo del proyecto ejecutivo, así como a la ubicación de estructuras existentes, condiciones del terreno y requerimientos de conectividad vial a lo largo de la autopista.

De manera puntual podrán presentarse zonas de transición asociadas a estructuras, accesos o condiciones particulares del proyecto, las cuales serán atendidas mediante soluciones específicas de diseño para garantizar la continuidad funcional de la autopista y la seguridad de los usuarios.

Tabla 11. Sentido general de ampliación del proyecto.

Cadenamiento	Longitud aproximada	Sentido de ampliación
km 185+000 al km 210+900	25,900 m	Izquierdo

- **Cortes y terraplenes**

Para la conformación de la sección transversal proyectada será necesaria la ejecución de cortes y la construcción de terraplenes, con el propósito de garantizar la estabilidad de la plataforma, mantener la continuidad geométrica del trazo y asegurar el adecuado desalojo de escurrimientos superficiales.

Debido a las condiciones topográficas presentes a lo largo de la Autopista, caracterizadas por lomeríos, sierras bajas, cañadas y escurrimientos asociados a la cuenca del río Balsas, los movimientos de tierra constituyen uno de los componentes más relevantes del proceso constructivo.

El análisis preliminar de la Autopista permitió identificar múltiples segmentos donde será necesaria la ejecución de cortes para alojar el nuevo cuerpo carretero, principalmente

sobre el lado izquierdo de la autopista existente en sentido creciente del cadenamiento. Asimismo, será necesaria la construcción de terraplenes en aquellos sectores donde la rasante de proyecto se ubique por encima del terreno natural.

De manera preliminar, las cantidades de obra disponibles indican volúmenes superiores a 140,000 m³ de excavación en cortes y más de 110,000 m³ de material de préstamo para la formación de terraplenes y capas estructurales.

Tabla 12. Volúmenes preliminares de cortes y terraplenes.

Concepto	Cantidad aproximada
Despalme	>33,000 m³
Excavación en cortes	>140,000 m³
Material de préstamo	>110,000 m³
Formación de terraplenes	>98,000 m³
Compactación de subrasante	>13,000 m³

- **Estructuras (puentes y pasos)**

El proyecto contempla la intervención de diversas estructuras a lo largo del tramo, incluyendo puentes, pasos inferiores vehiculares (PIV), pasos superiores vehiculares (PSV) y un paso superior ferroviario, con el objetivo de adecuarlos a la nueva configuración tipo A4S y garantizar la continuidad funcional y estructural del proyecto.

Estas estructuras constituyen elementos críticos del proyecto, al permitir la conectividad transversal, el cruce de cauces y la integración de vialidades secundarias existentes.

Las obras estarán conformadas por elementos de cimentación, subestructura y superestructura diseñados conforme a las condiciones geotécnicas, hidráulicas y operativas del sitio. En el caso de puentes y PSV podrán emplearse sistemas a base de trabes prefabricadas presforzadas tipo AASHTO o equivalentes, complementadas con losas de rodamiento, parapetos y dispositivos de seguridad.

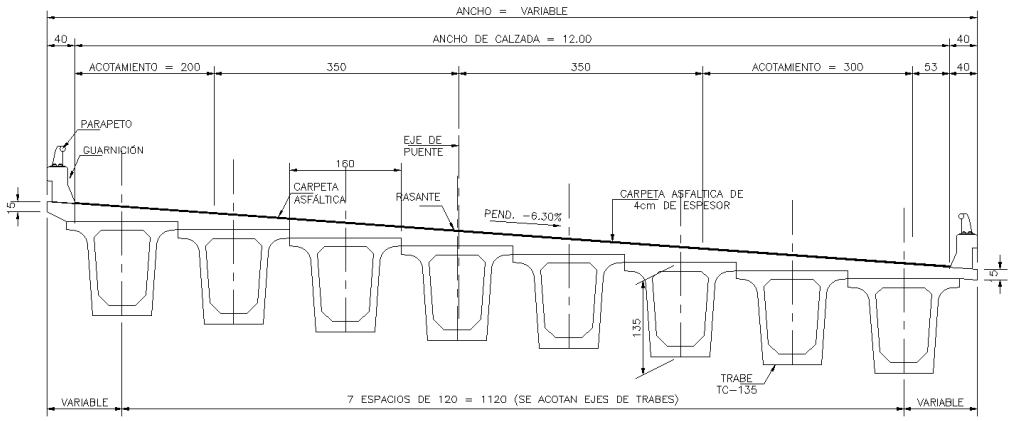
Tabla 13. Estructuras identificadas preliminarmente.

Tipo de estructura	Cantidad aproximada	Tipo de intervención
Pasos Inferiores Vehiculares (PIV)	7	Adecuación, ampliación o reconstrucción
Pasos Superiores Vehiculares (PSV)	13	Adecuación o ampliación
Paso Superior Ferroviario (PSFFCC)	1	Adecuación o ampliación
Puentes	Variable	Adecuación o ampliación
Obras especiales de cruce	Variable	Conforme a proyecto ejecutivo

Tabla 14. Pasos Inferiores Vehiculares (PIV).

No.	Cadenamiento	Tipo de intervención
PIV-01 a PIV-07	Conforme a proyecto ejecutivo	Adecuación, ampliación o reconstrucción según requerimientos estructurales

Figura 7. Sección transversal tipo de un Puente.



Pasos Superiores Vehiculares (PSV)

Los pasos superiores vehiculares (PSV) corresponden a estructuras destinadas a mantener la continuidad funcional e hidráulica de la Autopista en zonas de cruce con cauces o vialidades existentes.

Tabla 15. Pasos Superiores Vehiculares (PSV) del proyecto.

No.	Cadenamiento	Tipo de intervención
PSV-01 a PSV-13	Conforme a proyecto ejecutivo	Adecuación o ampliación para la nueva sección carretera

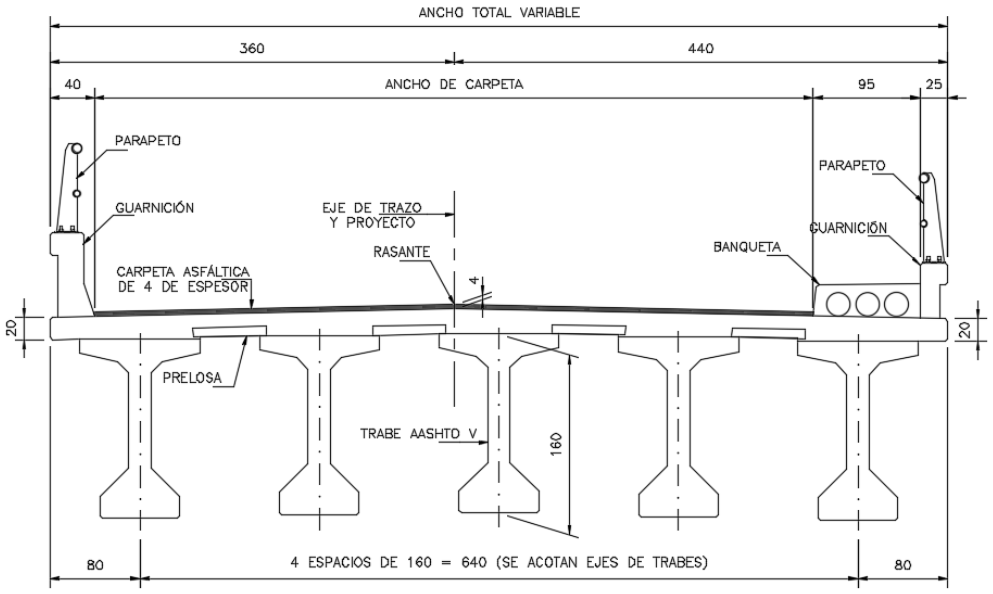
Las estructuras proyectadas consideran soluciones acordes con las condiciones geotécnicas e hidráulicas del sitio, integrando elementos de cimentación, subestructura y superestructura compatibles con las condiciones operativas del proyecto.

Tabla 16. Parámetros estructurales.

Elemento	Parámetro de diseño estimado	Características técnicas
Claro de trabes	20 – 40 m	Adaptable a condiciones topográficas e hidráulicas
Tipo de trabe	Prefabricada presforzada	Tipo AASHTO o equivalente
Concreto estructural	f'c = 250 – 400 kg/cm²	Elementos de subestructura y superestructura
Acero de	Fy = 4,200 kg/cm²	Acero corrugado de alta resistencia

Elemento	Parámetro de diseño estimado	Características técnicas
refuerzo		

Figura 8. Sección transversal tipo de un PIV.



Los puentes canal y canal elevado, serán construidos mediante trabes canal de concreto reforzado y cimentados sobre columnas y zapatas de concreto. En las siguientes figuras se muestran la sección tipo trasversal y la elevación por eje del trazo de los puentes canal.

Para el caso de las estructuras de tipo puentes se realizarán los respectivos trámites ante la Comisión Nacional del Agua con la finalidad de determinar la zona federal si fuera el caso.

- **Estabilización de taludes**

En los tramos donde la geometría del proyecto implica la generación de cortes y terraplenes, particularmente en zonas con pendientes pronunciadas o alturas significativas, se implementarán soluciones de estabilización geotécnica orientadas a garantizar la seguridad estructural de los taludes y la durabilidad de la infraestructura. El diseño de estas medidas se fundamenta en análisis de estabilidad, caracterización geomecánica de materiales y condiciones hidrológicas locales, considerando factores de seguridad adecuados para condiciones estáticas y, en su caso, sísmicas.

Las soluciones adoptadas incluyen la conformación geométrica de taludes con pendientes estables, la aplicación de sistemas de protección superficial para control de erosión, así como la incorporación de estructuras de contención y sistemas de refuerzo del terreno, en función de las condiciones específicas de cada segmento.

El análisis preliminar de la Autopista permitió identificar diversos segmentos donde será necesaria la ejecución de cortes para alojar el nuevo cuerpo carretero, particularmente en zonas de lomeríos y cañadas localizadas en los municipios de La Huacana y Arteaga. En estos sectores podrán implementarse medidas específicas de estabilización geotécnica, protección contra erosión y control de escurrimientos, en función de las características geológicas y geotécnicas que se determinen durante la etapa de ingeniería de detalle.

Tabla 17. Soluciones de estabilización.

Condición del talud	Parámetros de diseño estimados	Solución técnica implementada	Descripción técnica
Talud en suelo (corte o terraplén)	Pendiente: 1.5H:1V a 2H:1V Factor de seguridad ≥ 1.5	Conformación geométrica y recubrimiento vegetal	Estabilización mediante diseño de taludes con pendientes compatibles con la resistencia del material, complementado con revegetación o hidrosiembra para control de erosión superficial
Talud en roca	Clasificación geomecánica (RMR/GSI) Evaluación de discontinuidades	Mallas metálicas y anclajes	Instalación de mallas de acero y anclajes para prevenir desprendimientos y controlar inestabilidades
Taludes de gran altura (>8 m)	Análisis de estabilidad global Empujes activos y pasivos	Muros de contención	Construcción de estructuras de gravedad, gaviones o sistemas mecánicamente estabilizados
Zonas con erosión superficial	Intensidad de escurrimiento Tipo de suelo	Hidrosiembra y recubrimientos superficiales	Protección mediante mantos orgánicos, geosintéticos o vegetación

Considerando las condiciones fisiográficas presentes dentro de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, las medidas de estabilización incorporarán acciones orientadas al control de erosión y a la recuperación progresiva de la cobertura vegetal en áreas intervenidas.

- **Señalamiento y dispositivos de seguridad vial**

Una vez concluida la conformación de la estructura de pavimento y verificada la regularidad superficial, se procede a la instalación integral del sistema de señalamiento y dispositivos de seguridad vial, el cual constituye el conjunto de elementos funcionales orientados a regular, advertir, canalizar y proteger el tránsito vehicular bajo condiciones de operación de altas especificaciones.

El sistema se compone de señalamiento horizontal, señalamiento vertical y dispositivos de contención y protección, los cuales son definidos conforme a criterios de diseño geométrico, velocidad de proyecto, volumen de tránsito y características operativas de la

Autopista. La disposición, espaciamiento y especificaciones de estos elementos se establecen conforme a la normatividad vigente aplicable a autopistas tipo A4, asegurando condiciones óptimas de visibilidad diurna y nocturna, así como una adecuada legibilidad a las velocidades de operación previstas.

Tabla 18. Elementos de señalamiento y seguridad vial.

Tipo	Componentes principales	Función operativa
Señalamiento horizontal	Líneas longitudinales, marcas de carril, flechas y símbolos	Delimitación de carriles y regulación de maniobras
Señalamiento vertical	Señales preventivas, restrictivas e informativas	Advertencia, regulación e información al usuario
Dispositivos de seguridad	Barreras metálicas, terminales y amortiguadores	Contención vehicular y reducción de severidad de impactos
Dispositivos reflectantes	Botones y vialetas	Incremento de visibilidad nocturna

Figura 9. Señalamiento de obra.

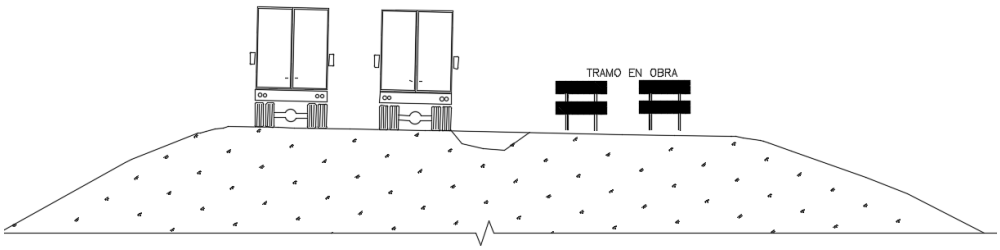


Tabla 19. Principales cantidades de señalamiento y dispositivos de seguridad.

Concepto	Cantidad aproximada
Raya separadora de sentidos (M-2.3)	10,000 m
Raya de orilla derecha (M-3.1)	10,000 m
Raya de orilla izquierda (M-3.3)	10,000 m
Flechas, letras y símbolos	4 pzas
Botones reflejantes en pavimento	1,005 pzas
Botones reflejantes en barreras	4,441 pzas
Señales preventivas, restrictivas e informativas	58 pzas
Barrera metálica de orilla de corona	8,892 m
Barreras de transición	24 pzas
Secciones de amortiguamiento	28 pzas
Secciones terminales	28 pzas

Tabla 20. Especificaciones generales de señalamiento.

Elemento	Característica técnica
Señalamiento horizontal	Pintura termoplástica o equivalente con microesferas reflejantes
Reflectividad	Alta intensidad conforme a normativa vigente
Barreras de contención	Sistema metálico galvanizado tipo OD-4.1.2 o equivalente
Separador central	Barrera rígida de concreto o sistema metálico

Elemento	Característica técnica
Señales verticales	Lámina galvanizada con película retrorreflectante
Postes de soporte	Acero estructural con protección anticorrosiva

El sistema de señalamiento y seguridad vial considera elementos horizontales, verticales y dispositivos de contención diseñados conforme a la NOM-034-SCT2-SEDATU-2022 y la NOM-037-SCT2-2020, garantizando condiciones adecuadas de visibilidad, canalización y seguridad para la operación de la autopista ampliada.

- **Obras complementarias e inducidas**

Las obras complementarias consideran adecuaciones de accesos, reubicación de infraestructura existente y ejecución de obras auxiliares necesarias para la operación y funcionalidad del proyecto.

Adicionalmente, el desarrollo del proyecto podrá requerir la adecuación temporal o permanente de infraestructura existente localizada dentro o en las inmediaciones del derecho de vía, incluyendo líneas eléctricas, telecomunicaciones, cercados, accesos y otras instalaciones que pudieran interferir con la construcción del nuevo cuerpo carretero. Estas acciones serán coordinadas con los propietarios, concesionarios y autoridades competentes, procurando minimizar afectaciones a terceros y garantizar la continuidad de los servicios.

Tabla 21. Componentes y descripción de las obras complementarias e inducidas.

Tipo de intervención	Componentes principales	Descripción
Adecuación de accesos y entronques	Carriles de aceleración y desaceleración, retornos e intersecciones	Ajuste geométrico y operativo conforme a criterios de seguridad vial y velocidad de proyecto
Reubicación de infraestructura	Líneas eléctricas, telecomunicaciones, cercados y ductos	Protección, adecuación o reubicación para evitar interferencias con la ampliación
Obras auxiliares	Caminos de servicio, accesos de mantenimiento y áreas de apoyo	Facilitar la construcción, operación y conservación de la autopista
Obras hidráulicas complementarias	Cunetas, lavaderos, bordillos y obras de protección	Control de escurrimientos y protección de la infraestructura
Obras ambientales	Señalización ambiental, pasos de fauna y restauración de áreas intervenidas cuando resulte aplicable	Reducción y mitigación de impactos ambientales

En caso de requerirse la reubicación de infraestructura existente o la ejecución de obras inducidas adicionales, éstas se realizarán en coordinación con las dependencias, organismos y concesionarios correspondientes, observando la normatividad aplicable y procurando minimizar afectaciones ambientales y operativas.

- **Cierre de obra**

El cierre de obra comprende el conjunto de actividades orientadas a concluir las labores constructivas, retirar la infraestructura temporal utilizada durante la ejecución del proyecto y restablecer, en la medida de lo posible, las condiciones de las áreas utilizadas temporalmente durante la construcción.

Esta etapa considera el retiro de instalaciones provisionales, la limpieza general de los frentes de trabajo, la disposición adecuada de residuos, la rehabilitación de áreas auxiliares y la estabilización final de las superficies intervenidas, con el propósito de garantizar condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y cumplimiento ambiental previo al inicio de la operación de la autopista ampliada.

Considerando que el proyecto se desarrolla dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, las actividades de cierre incluirán la implementación de medidas orientadas a la estabilización de superficies expuestas, control de erosión, manejo adecuado de residuos y restauración de áreas temporalmente utilizadas durante la construcción, de conformidad con los programas ambientales aplicables.

Tabla 22. Actividades de cierre de obra.

Actividad	Descripción
Limpieza general	Retiro de residuos, escombros y materiales sobrantes; disposición en sitios autorizados
Retiro de instalaciones	Desmantelamiento de infraestructura provisional y restitución de áreas ocupadas
Estabilización final	Conformación de taludes, protección contra erosión y acondicionamiento del terreno
Restauración ambiental	Recuperación de áreas temporalmente afectadas mediante revegetación y control de erosión cuando resulte aplicable
Retiro de señalamiento temporal	Desinstalación de dispositivos provisionales utilizados durante la construcción
Verificación ambiental final	Inspección de áreas intervenidas para comprobar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas

Durante esta etapa se verificará que no permanezcan residuos, materiales de construcción, maquinaria o elementos temporales que puedan representar riesgos para el ambiente o para la operación de la vialidad. Asimismo, las áreas auxiliares utilizadas durante la construcción serán rehabilitadas de acuerdo con sus características y condiciones de uso.

El conjunto de estas actividades permite concluir el proceso constructivo bajo criterios de calidad, seguridad y cumplimiento ambiental, asegurando que la infraestructura se encuentre en condiciones adecuadas para su puesta en operación y funcionamiento continuo. Asimismo, se favorece la recuperación de las áreas temporalmente intervenidas y la integración de las obras al entorno donde se desarrolla el proyecto.

I.3 Operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento corresponde al periodo en el que la autopista ampliada entra en funcionamiento continuo, asegurando su desempeño conforme a los parámetros de diseño geométrico, estructural, hidráulico y de seguridad vial establecidos para una configuración tipo A4S. Esta fase se desarrolla de manera permanente durante toda la vida útil de la infraestructura, bajo un esquema sistemático de supervisión, conservación y rehabilitación.

La operación comprende la gestión integral del tránsito vehicular, incluyendo flujos mixtos de transporte ligero y pesado, bajo condiciones de circulación controlada y niveles de servicio acordes con la capacidad instalada. Esta gestión implica la supervisión continua del estado físico de la vía, el comportamiento del tránsito y la funcionalidad de los elementos que integran la autopista, tales como la superficie de rodamiento, obras de drenaje, estructuras, señalamiento y dispositivos de seguridad vial.

Para ello, se establecen rutinas de inspección técnica, tanto visual como instrumental, orientadas a identificar oportunamente cualquier condición que pudiera afectar la seguridad o la operación de la infraestructura.

De manera complementaria, el mantenimiento se estructura como un sistema jerárquico de intervenciones técnicas, definido en función del comportamiento mecánico de los materiales, la evolución del deterioro y los criterios de desempeño funcional de la infraestructura. Este sistema se organiza en tres niveles operativos claramente diferenciados:

Tabla 23. Niveles operativos de mantenimiento.

Nivel de intervención	Alcance	Actividades principales
Conservación rutinaria	Intervenciones preventivas de alta frecuencia orientadas a preservar condiciones operativas inmediatas	Inspección sistemática, limpieza de cunetas y alcantarillas, retiro de materiales sueltos, sellado de fisuras, bacheo superficial, reposición menor de señalamiento y control de vegetación
Conservación periódica	Intervenciones programadas de alcance medio para restituir condiciones funcionales y estructurales parciales	Fresado de carpeta, reposición de capas asfálticas, renivelaciones, rehabilitación de drenaje, reparación de juntas en estructuras, reposición de señalamiento y estabilización puntual de taludes
Mantenimiento mayor	Intervenciones correctivas de gran magnitud asociadas a deterioro avanzado o fin de vida útil	Rehabilitación integral de pavimentos, reconstrucción de capas estructurales, sustitución de elementos estructurales y reconstrucción de obras de drenaje

La autopista contará con mecanismos de monitoreo continuo que permitirán la detección temprana de anomalías, tales como deformaciones en la superficie de rodamiento, fisuración, pérdida de capacidad estructural, azolvamiento en obras de drenaje,

inestabilidad de taludes o fallas en elementos de contención. Estos mecanismos incluyen recorridos de inspección, registros sistemáticos de condición y, en su caso, el uso de equipos de medición especializados para evaluar parámetros como regularidad superficial, fricción y capacidad estructural del pavimento.

Considerando las condiciones topográficas de la región y la presencia de numerosos escurrimientos temporales asociados a la cuenca del río Balsas, se prestará especial atención al monitoreo y conservación de obras de drenaje, taludes de corte y terraplén, estructuras de protección contra erosión y obras hidráulicas complementarias, particularmente después de eventos de precipitación extraordinaria.

Tabla 24. Elementos prioritarios de inspección y mantenimiento.

Elemento	Actividades principales de conservación
Pavimento	Inspección de fisuras, deformaciones, bacheo y rehabilitación superficial
Obras de drenaje	Limpieza de alcantarillas, cunetas, lavaderos y obras de protección
Taludes de corte y terraplén	Monitoreo de erosión, desprendimientos e inestabilidad
Puentes, PSV y PIV	Inspección estructural, juntas, apoyos y dispositivos de seguridad
Barreras de contención	Reparación o sustitución de elementos dañados
Señalamiento horizontal y vertical	Reposición y conservación de condiciones de visibilidad
Derecho de vía	Control de vegetación y retiro de materiales invasivos

Adicionalmente, se implementarán protocolos de atención a emergencias orientados a la gestión de incidentes que puedan comprometer la seguridad de los usuarios o la integridad de la infraestructura, tales como accidentes vehiculares, derrames de sustancias, obstrucciones de la vía, incendios de vegetación o eventos hidrometeorológicos extraordinarios. Estos protocolos consideran tiempos de respuesta, señalamiento temporal, confinamiento de áreas afectadas y acciones correctivas inmediatas.

La adecuada ejecución de las actividades de mantenimiento incide directamente en la durabilidad de los materiales que conforman la estructura de pavimento, la estabilidad de las obras de tierra y estructuras, así como en la eficiencia del sistema de drenaje, lo cual es indicativo de un comportamiento funcional adecuado a lo largo del tiempo.

Debido a que el proyecto se desarrolla dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, las actividades de operación y mantenimiento incorporarán criterios de manejo ambiental orientados a prevenir procesos de erosión, conservar la funcionalidad de los sistemas de drenaje, controlar la dispersión de residuos y mantener la estabilidad de las áreas restauradas durante la etapa constructiva.

En este sentido, la operación y mantenimiento constituyen un componente esencial para garantizar la continuidad del servicio, la seguridad vial y la optimización del desempeño global de la autopista durante su vida útil, procurando además mantener la compatibilidad de la infraestructura con el entorno ambiental donde se desarrolla el proyecto.

I.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto corresponde a infraestructura carretera de operación permanente, por lo que no se contempla el abandono convencional del sitio. La vida útil de referencia para los principales componentes estructurales se estima en aproximadamente 50 años, condicionada a la implementación de programas permanentes de conservación, mantenimiento y rehabilitación.

En un escenario eventual de sustitución, modernización o retiro de infraestructura, las actividades considerarían el desmantelamiento controlado de elementos superficiales y estructurales, el manejo adecuado de residuos y la restauración física de las áreas intervenidas, conforme a la normatividad aplicable vigente al momento de su ejecución.

Debido a la naturaleza estratégica de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas dentro del sistema carretero nacional y a su función como corredor logístico de conexión con el Puerto de Lázaro Cárdenas, se prevé que la infraestructura permanezca en operación continua mediante programas permanentes de conservación, mantenimiento y rehabilitación que permitan prolongar su vida útil y mantener niveles adecuados de servicio, seguridad vial y compatibilidad ambiental con el entorno de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo.

Tabla 25. Inversión estimada del proyecto.

Concepto	Monto ($)
Inversión directa del proyecto	$4,500,000,000
Medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental	$45,000,000
Total estimado	$4,545,000,000

La inversión requerida para la ejecución del proyecto asciende a un monto aproximado de $4,500,000,000.00 (cuatro mil quinientos millones de pesos 00/100 M.N).

El proyecto se inserta dentro de un esquema de desarrollo de infraestructura estratégica orientado al fortalecimiento de la conectividad logística entre la región centro-occidente del país y el Puerto de Lázaro Cárdenas, por lo que se prevé que los recursos financieros provengan de esquemas de concesión y financiamiento asociados a la infraestructura carretera federal.

La inversión se distribuirá entre las distintas etapas del proyecto, incluyendo la preparación del sitio, la construcción, así como las actividades posteriores de operación y mantenimiento de la autopista ampliada. Cada una de estas fases implica requerimientos específicos de recursos asociados tanto a la ejecución de obra como a la implementación de medidas de manejo, prevención, mitigación y seguimiento ambiental.

Se contempla la asignación de recursos específicos para la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental, particularmente aquellas relacionadas con el rescate y reubicación de flora y fauna, restauración de áreas

temporalmente afectadas, control de erosión, manejo de residuos y seguimiento ambiental durante las distintas etapas del proyecto. La inversión destinada a estas acciones forma parte integral del presupuesto total de la obra.

Asimismo, la inversión contempla la realización de estudios técnicos complementarios, la posible ampliación o regularización de áreas asociadas al derecho de vía, la construcción de obras de drenaje, estructuras, pavimentos, señalamiento y dispositivos de seguridad, así como los demás componentes requeridos para la modernización integral de la autopista.

Tabla 26. Distribución preliminar de la inversión por etapas del proyecto.

Etapa	Conceptos principales	Inversión estimada
Preparación del sitio	Liberación de derecho de vía, instalaciones provisionales, desmonte y despalme	$450,000,000
Construcción	Terracerías, drenaje, estructuras, pavimentación, señalamiento y obras complementarias	$4,050,000,000
Operación y mantenimiento	Conservación rutinaria y periódica	No definida

Tabla 27. Superficie de afectación y sellamiento en el área del proyecto.

Tipo de afectación	Condición de sellamiento	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Permanente	Con sellamiento	85.00	68.00
Permanente	Sin sellamiento	40.00	32.00
Total	—	125.00	100.00

Se realizó la desagregación de la afectación en función de la condición de sellamiento del suelo, con el propósito de distinguir aquellas superficies que serán ocupadas de manera permanente por infraestructura impermeable de aquellas que, aun formando parte del derecho de vía, conservarán cierto grado de permeabilidad y funcionalidad ecológica.

La distribución resultante muestra un predominio de superficies con sellamiento permanente asociadas a la plataforma de rodamiento, acotamientos, estructuras y demás elementos operativos de la autopista. Por otra parte, las superficies sin sellamiento corresponden principalmente a taludes, cunetas, obras de drenaje, franjas de amortiguamiento y áreas auxiliares que conservarán cierto grado de infiltración y permeabilidad.

Tabla 28. Superficie de afectación por tipo de cobertura del suelo.

Tipo de cobertura	Superficie afectada (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia	68.75	55.00
Áreas previamente intervenidas e infraestructura carretera	43.75	35.00
Uso agropecuario y vegetación inducida	12.50	10.00
Total	125.00	100.00

Se realizó una estimación de la superficie de afectación por tipo de cobertura del suelo, considerando las principales unidades presentes dentro del área del proyecto. Esta clasificación permite identificar la proporción relativa de vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, áreas previamente intervenidas asociadas a la infraestructura existente y superficies con uso agropecuario o vegetación inducida.

Los resultados muestran que una proporción importante de la superficie potencialmente afectada corresponde a vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, característica dominante de la región donde se desarrolla el proyecto y representativa de los ecosistemas presentes dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo. Asimismo, una parte significativa de la afectación se concentra en áreas previamente transformadas asociadas a la infraestructura carretera existente y otras superficies con intervención antrópica, lo que refleja que la ampliación se desarrollará mayoritariamente sobre un corredor ya consolidado desde el punto de vista de infraestructura de transporte.

Tabla 29. Superficie de afectación por tipo de ocupación.

Tipo de ocupación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Plataforma (carriles y acotamientos)	59.00	47.20
Taludes de corte y terraplén	38.00	30.40
Obras de drenaje y zonas hidráulicas	11.00	8.80
Áreas de servicios y obras complementarias	17.00	13.60
Total	125.00	100.00

De manera complementaria, se realizó la estimación de la superficie de ocupación en función de los distintos elementos que conforman la sección transversal del proyecto, con el objetivo de identificar la distribución interna de las áreas afectadas dentro del proyecto.

La mayor proporción de la superficie corresponde a la plataforma de rodamiento y acotamientos, seguida por las áreas asociadas a taludes de corte y terraplén, cuya magnitud se encuentra directamente relacionada con las condiciones topográficas presentes en los municipios de La Huacana y Arteaga. Por su parte, las obras de drenaje y las áreas destinadas a servicios y elementos complementarios representan una proporción menor de la ocupación total, aunque desempeñan un papel relevante para el adecuado funcionamiento hidráulico, operativo y ambiental de la infraestructura.

Finalmente, es importante señalar que las superficies presentadas corresponden a estimaciones preliminares realizadas con base en la configuración geométrica de la sección tipo proyectada y en la información disponible durante la elaboración del presente estudio, por lo que podrán ajustarse conforme se desarrollen las etapas posteriores de ingeniería de detalle.

Tabla 30. Duración estimada del Proyecto.

Duración estimada del Proyecto.	
Etapa	Duración en meses
Preparación del sitio	3 – 6
Construcción	18 – 24

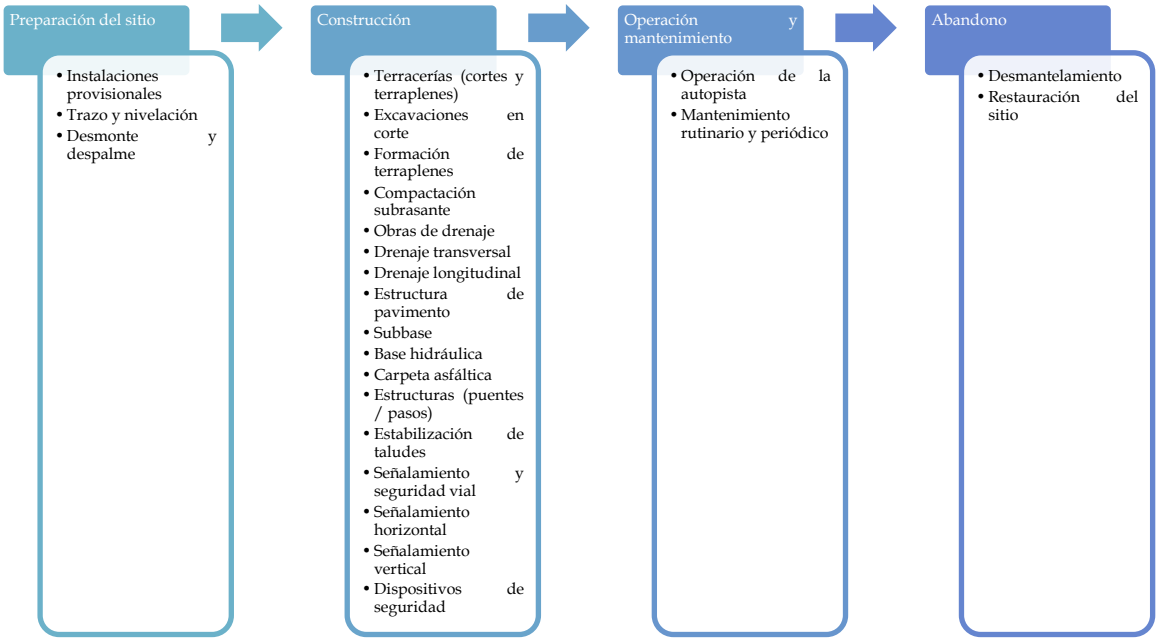
Duración estimada del Proyecto.	
Operación y/o mantenimiento	Permanente
Cierre y abandono de sitio	1 - 2

La ejecución del proyecto se llevará a cabo conforme a un programa de trabajo estructurado en fases consecutivas con posibilidad de traslape entre actividades, estimándose una duración total de entre 24 y 30 meses para las etapas de preparación del sitio, construcción y cierre de obra, contados a partir de la obtención de las autorizaciones correspondientes.

Considerando que se trata de la ampliación de una autopista actualmente en operación, se contempla la habilitación de diversos frentes de trabajo distribuidos a lo largo de los aproximadamente 25 km del tramo, los cuales podrán ejecutarse de manera simultánea en función de las condiciones topográficas, la disponibilidad del derecho de vía y la logística constructiva. Esta estrategia permitirá optimizar los tiempos de ejecución y mantener la circulación vehicular mediante la implementación de señalamiento provisional, desvíos controlados y medidas de seguridad vial.

El desarrollo del proyecto se organiza en tres etapas principales: preparación del sitio, construcción y cierre de obra, dentro de las cuales se integran las actividades específicas necesarias para la ampliación de la autopista y la implementación de las medidas ambientales asociadas.

Figura 10. Secuencia general del procedimiento constructivo.



Durante la etapa de preparación del sitio se realizarán las actividades necesarias para el inicio de obra, incluyendo la gestión del derecho de vía, instalación de campamentos y

obras provisionales, trazo y nivelación del eje, así como desmonte y despalme en las áreas requeridas para la ampliación de la plataforma.

La etapa de construcción concentra las actividades principales del proyecto, entre las que destacan la ejecución de terracerías, cortes y formación de terraplenes, conformación de la subrasante, así como la construcción de la estructura de pavimento mediante capas de subbase, base hidráulica y carpeta asfáltica. De manera paralela, se llevará a cabo la adecuación de obras de drenaje, tanto transversal como longitudinal, así como la intervención en estructuras existentes, accesos y elementos asociados a la operación de la autopista.

Asimismo, se incluyen trabajos de estabilización de taludes en zonas específicas, así como la instalación de señalamiento horizontal, vertical y dispositivos de seguridad vial, los cuales se implementarán conforme al avance de los distintos frentes de obra.

La secuencia constructiva considera, de manera general, actividades como el trazo del eje, desmonte y despalme, preparación del terreno natural, ejecución de cortes y terraplenes, conformación de la subrasante y colocación de las capas estructurales del pavimento, hasta la integración de la superficie de rodamiento. Estas actividades se desarrollan de forma escalonada, permitiendo su ejecución simultánea en diferentes segmentos del tramo.

La etapa de cierre de obra comprende las actividades finales para la conclusión del proyecto, tales como la limpieza del área intervenida, retiro de instalaciones provisionales, estabilización de taludes y verificación de las condiciones operativas de la autopista previo a su puesta en servicio.

Tabla 31. Programa general de trabajo del proyecto.

Etapa	Actividades principales	Duración estimada
Preparación del sitio	Liberación de derecho de vía, desmonte, instalaciones provisionales	3 – 6 meses
Construcción	Terracerías, pavimentación, drenaje, estructuras, señalamiento	18 – 24 meses
Cierre de obra	Limpieza, retiro de instalaciones, estabilización final	1 – 2 meses

De manera complementaria, se presenta una programación indicativa de las actividades mediante un diagrama de Gantt, en el cual se muestra la distribución temporal de las principales actividades del proyecto y su posible superposición:

Tabla 32. Cronograma general de ejecución del proyecto.

Actividad / Meses	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30
Preparación del sitio										
Instalaciones provisionales										
Trazo y nivelación										
Desmonte y despalme										

Actividad / Meses	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30
Construcción		■	■	■	■	■	■	■		
Terracerías (cortes y terraplenes)		■	■	■	■					
Excavaciones en corte		■	■	■						
Formación de terraplenes		■	■	■	■					
Compactación subrasante			■	■	■					
Obras de drenaje		■	■	■	■	■				
Drenaje transversal		■	■	■	■					
Drenaje longitudinal			■	■	■	■				
Estructura de pavimento				■	■	■	■			
Subbase				■	■					
Base hidráulica					■	■				
Carpeta asfáltica						■	■			
Estructuras (puentes / pasos)			■	■	■	■	■			
Estabilización de taludes			■	■	■	■				
Señalamiento y seguridad vial						■	■	■		
Señalamiento horizontal						■	■			
Señalamiento vertical						■	■	■		
Dispositivos de seguridad						■	■	■		
Cierre de obra								■	■	■
Limpieza general								■	■	
Retiro de instalaciones								■	■	
Estabilización final									■	■

El programa contempla que diversas actividades puedan ejecutarse de manera paralela en distintos segmentos del tramo, particularmente aquellas relacionadas con terracerías, drenaje, estructuras y pavimentación, lo que permite optimizar recursos, reducir tiempos de ejecución y mantener la continuidad operativa de la autopista existente. La secuencia podrá ajustarse en función de factores como las condiciones climáticas, la disponibilidad de materiales, el avance en la liberación del derecho de vía y los requerimientos operativos de la vialidad.

Una vez concluida la etapa constructiva, el proyecto pasará a la fase de operación, durante la cual la autopista ampliada entrará en servicio bajo las condiciones de diseño establecidas para una configuración tipo A4S. Durante esta etapa se realizarán actividades permanentes de conservación y mantenimiento, incluyendo rehabilitación de pavimentos, limpieza de obras de drenaje, reposición de señalamiento, mantenimiento de estructuras y control de vegetación dentro del derecho de vía.

Finalmente, se reconoce de manera referencial la etapa de abandono, asociada al término de la vida útil de la infraestructura, en la cual se considerarían acciones de desmantelamiento, manejo de residuos y restauración del sitio conforme a la normatividad ambiental aplicable vigente en ese momento.

Tabla 33. Resumen de características del proyecto.

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.		
Concepto	**Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)**	**Operación (cantidad y unidades)**
Consumo de energía eléctrica	Consumo temporal asociado a campamentos, oficinas de obra, plantas auxiliares, iluminación y operación de equipo menor durante las actividades de preparación del sitio y construcción.	Consumo asociado a infraestructura operativa, señalamiento, alumbrado y actividades de mantenimiento rutinario de la autopista.
Consumo de agua	Agua empleada para control de polvo, compactación, preparación de materiales, consumo humano y actividades constructivas durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Consumo asociado a mantenimiento y conservación de la infraestructura carretera.
Emisiones de gases de efecto invernadero	Emisiones generadas por maquinaria, equipo pesado, vehículos de transporte y actividades constructivas asociadas al uso de diésel y gasolina durante las etapas de preparación y construcción.	Emisiones asociadas a la operación vehicular y mantenimiento de la autopista durante su vida útil.
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	Aprovechamiento de materiales pétreos provenientes de bancos autorizados, agua para actividades constructivas y remoción de vegetación estrictamente dentro de las áreas autorizadas para la ampliación del proyecto.	No se contempla aprovechamiento adicional de recursos naturales durante la operación.
Generación de residuos peligrosos	Aceites usados, filtros, estopas impregnadas, envases contaminados y residuos derivados del mantenimiento de maquinaria y equipo.	Residuos derivados del mantenimiento rutinario de maquinaria y equipo de conservación carretera.
Generación de residuos de manejo especial	Residuos de construcción, excavación, cortes, terraplenes y materiales pétreos excedentes generados durante las actividades constructivas.	Residuos generados por actividades de mantenimiento y conservación de la infraestructura carretera.
Generación de residuos sólidos urbanos	Residuos sólidos urbanos generados por trabajadores, campamentos y frentes de obra.	Residuos generados por usuarios y actividades de operación y mantenimiento de la autopista.
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga,	Descargas sanitarias temporales provenientes de campamentos y frentes de obra, manejadas mediante sanitarios portátiles y sistemas temporales autorizados.	No se contemplan descargas permanentes de aguas residuales asociadas directamente a la operación del Proyecto.

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO. Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
georreferenciado en UTM Datum WGS84		
Otros en su caso (especificar)	Programas de rescate y reubicación de flora y fauna, restauración de áreas intervenidas, monitoreo ambiental y seguimiento de medidas de mitigación asociadas a la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo.	Programas de mantenimiento, conservación, monitoreo ambiental y seguimiento de medidas implementadas dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo.

1.5 Residuos

Durante las distintas etapas del proyecto se generarán diversos tipos de residuos, cuya gestión se realizará bajo un enfoque integral, considerando su clasificación, manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición final, en apego a la normatividad ambiental vigente aplicable en materia de residuos.

La generación de residuos está directamente asociada a las actividades constructivas propias de la ampliación carretera, así como a la operación de maquinaria, tránsito de personal y mantenimiento de la infraestructura.

En el caso de los residuos sólidos urbanos, su generación se vincula principalmente con la presencia de personal en obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Estos residuos están constituidos por fracciones típicas de origen doméstico, tales como restos de alimentos, papel, cartón, plásticos, envases, vidrio y metales ligeros. La tasa de generación se estima con base en valores promedio per cápita del orden de 1.05 kg por trabajador por día, ajustándose en función del número de trabajadores activos en cada frente de obra y de la duración de las actividades.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, la generación de residuos sólidos urbanos es significativamente menor, limitándose a actividades de supervisión, conservación y atención a incidencias. En todos los casos, estos residuos serán almacenados temporalmente en contenedores adecuados, con separación básica por tipo de material, y recolectados de manera periódica para su disposición final a través de prestadores de servicios autorizados en sitios oficialmente reconocidos.

Por su parte, los residuos de manejo especial se generan principalmente durante la etapa de construcción, como resultado de las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, cortes, formación de terraplenes, obras de drenaje, adecuación de estructuras y demás trabajos asociados a la ampliación de la autopista. Estos residuos están constituidos por materiales de origen mineral, orgánico o industrial no peligroso, cuyos volúmenes son significativamente mayores que los correspondientes a residuos sólidos urbanos.

Considerando las características constructivas del proyecto, una proporción importante de estos materiales podrá ser reutilizada dentro de la propia obra, particularmente en la conformación de terraplenes, rellenos, estabilización de taludes y obras auxiliares, reduciendo con ello la necesidad de disposición externa y favoreciendo el aprovechamiento eficiente de recursos.

Tabla 34. Residuos de manejo especial y manejo previsto.

Tipo de residuo	Origen	Manejo previsto
Material vegetal	Desmonte y limpieza	Trituración y reutilización como cobertura o composta
Suelo vegetal (despalme)	Retiro de capa orgánica	Acopio y reutilización en estabilización de taludes
Material de corte	Excavaciones y cortes	Reutilización en terraplenes; excedente a sitios autorizados
Material de excavación	Obras de drenaje y cimentaciones	Reutilización o disposición controlada
Residuos de concreto	Demoliciones o excedentes de obra	Fragmentación y disposición o reciclaje
Residuos metálicos	Armado estructural, demolición	Acopio y envío a reciclaje
Asfalto y materiales de pavimento	Fresado, demolición o adecuación de superficies existentes	Reutilización, reciclaje o disposición controlada

El manejo de estos materiales prioriza su aprovechamiento dentro del propio proyecto, particularmente en la conformación de terraplenes, rellenos, estabilización de taludes, obras de drenaje y acondicionamiento de superficies. Los excedentes que no puedan ser aprovechados serán transportados a sitios de disposición autorizados conforme a la normatividad aplicable, procurando minimizar distancias de acarreo y evitar afectaciones ambientales adicionales.

En lo que respecta a los residuos peligrosos, estos se generarán en cantidades relativamente menores, pero requieren un manejo especializado debido a sus características de peligrosidad, conforme a lo establecido en la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos. Su origen se asocia principalmente al mantenimiento y operación de maquinaria y equipo, así como al uso de combustibles, lubricantes, solventes, pinturas y otros insumos utilizados durante la construcción.

Entre los residuos peligrosos previstos se incluyen aceites usados, filtros de aceite y combustible, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos, envases contaminados, residuos de pinturas y solventes, acumuladores, lámparas y suelos contaminados en caso de derrames accidentales.

Debido a la operación simultánea de maquinaria pesada, equipo de transporte, plantas auxiliares y frentes de trabajo distribuidos a lo largo de la Autopista, se implementarán procedimientos específicos para el manejo de combustibles, lubricantes y sustancias potencialmente peligrosas, con el propósito de prevenir afectaciones al suelo, cuerpos de agua y ecosistemas presentes dentro del área de influencia del proyecto.

Estos residuos serán manejados bajo un esquema controlado que contempla su almacenamiento temporal en áreas específicas dentro del sitio de obra, las cuales estarán acondicionadas con superficies impermeables, contención secundaria, señalización y techumbre. Posteriormente, serán recolectados y transportados por empresas autorizadas para su tratamiento, reciclaje o disposición final en instalaciones debidamente autorizadas.

De manera complementaria, se implementarán procedimientos operativos para prevenir derrames y protocolos de atención inmediata en caso de contingencias ambientales, particularmente en zonas cercanas a cauces, escurrimientos temporales o áreas ambientalmente sensibles presentes dentro del área de influencia del proyecto.

La gestión integral de residuos se orienta a minimizar su generación, maximizar el aprovechamiento de materiales susceptibles de reutilización y asegurar una disposición final adecuada, integrando criterios técnicos, ambientales y de seguridad que permitan mantener el control sobre los residuos generados durante todas las etapas del proyecto.

Asimismo, considerando que el proyecto se desarrolla dentro del área de influencia de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, se procurará que las actividades de almacenamiento temporal, manejo y disposición de residuos se realicen exclusivamente en áreas previamente habilitadas y controladas, evitando afectaciones adicionales a la vegetación, fauna silvestre y recursos naturales presentes en el entorno.

1.6 Generación de gases efecto invernadero

Con la finalidad de identificar y estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al proyecto, se adoptó como referencia metodológica el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol), desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Este marco metodológico es congruente con los lineamientos aplicables en México a través del Registro Nacional de Emisiones (RENE), coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como con lo establecido en el Acuerdo por el que se determinan las particularidades técnicas para el cálculo de emisiones de GEI (DOF, 03/09/2015) y las Directrices del IPCC 2006 (Volumen 2: Energía).

Las emisiones de GEI asociadas al proyecto se generarán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, derivadas del uso de maquinaria pesada, equipo auxiliar y vehículos que operan con combustibles a base de hidrocarburos. Entre los equipos considerados se incluyen tractores tipo bulldozer, motoconformadoras, excavadoras, retroexcavadoras, rodillos compactadores, grúas, camiones de volteo, camiones revolvedores de concreto, asfaltadoras, generadores eléctricos, así como vehículos de transporte de personal y supervisión. El consumo de combustible en estos equipos constituye la principal fuente de emisiones directas del proyecto.

Los GEI que se prevé se generen corresponden principalmente a bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), los cuales son productos típicos de la combustión en motores de combustión interna. De manera complementaria, durante las actividades de movimiento de tierras y tránsito de maquinaria se generarán emisiones de partículas suspendidas (polvo), las cuales, si bien no corresponden a GEI, forman parte de las emisiones atmosféricas relevantes del proyecto y se consideran en el análisis integral de calidad del aire.

Para la estimación de emisiones se empleó la Calculadora del Registro Nacional de Emisiones (RENE) en su versión vigente, la cual utiliza factores de emisión estandarizados en función del tipo de combustible y actividad. Las estimaciones se realizaron considerando consumos unitarios referenciales de combustible por tipo de equipo, con base en capacidades promedio de operación y parámetros técnicos de fabricantes bajo condiciones típicas de uso. Lo anterior es indicativo de un escenario representativo de emisiones en fase de planeación.

El análisis se estructuró a partir de la definición de alcances de emisión, la identificación de fuentes por etapa del proyecto y la estimación de emisiones mediante la aplicación de factores de emisión reconocidos. En este contexto, las emisiones estimadas corresponden predominantemente a fuentes directas (Alcance 1), asociadas al consumo de combustibles fósiles en maquinaria y vehículos.

Es importante señalar que los resultados obtenidos tienen carácter indicativo, debido a que se generan en una fase previa a la ejecución del proyecto, por lo que podrán ajustarse conforme al programa definitivo de obra, rendimientos reales de los equipos, condiciones operativas y estrategias de mantenimiento implementadas.

1.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

De acuerdo con el GHG Protocol, las emisiones de gases de efecto invernadero se clasifican en tres alcances: emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica (Alcance 2) y otras emisiones indirectas (Alcance 3).

Para el presente proyecto, las emisiones se concentran principalmente en el Alcance 1, derivadas de la combustión de diésel y gasolina en maquinaria, equipo y vehículos utilizados durante las distintas etapas. El Alcance 2 no se considera relevante debido al carácter lineal del proyecto y al uso limitado de infraestructura eléctrica fija. Por su parte, el Alcance 3 se incorpora de manera referencial, asociado principalmente al transporte externo de insumos y materiales.

Tabla 35. Etapas del proyecto, alcances y fuentes generadoras de GEI.

Etapa del proyecto	Alcance	Actividad	Fuente / Combustible
Preparación del sitio	1	Trazo, nivelación y	Diésel (maquinaria)

Etapa del proyecto	Alcance	Actividad	Fuente / Combustible
		desmonte	
Preparación del sitio	1	Despalme y limpieza	Diésel
Preparación del sitio	1	Transporte de personal	Gasolina
Construcción	1	Terracerías (cortes y terraplenes)	Diésel
Construcción	1	Pavimentación	Diésel
Construcción	1	Obras de drenaje y estructuras	Diésel
Construcción	1	Transporte de materiales	Diésel
Construcción	1	Vehículos de supervisión	Gasolina
Operación y mantenimiento	1	Tránsito vehicular	Gasolina y diésel
Operación y mantenimiento	1	Actividades de conservación	Diésel
Operación y mantenimiento	1	Vehículos de supervisión	Gasolina

1.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

Para la determinación de los gases de efecto invernadero que tienen potencial de generarse durante las diferentes etapas del proyecto, se realizó un ejercicio de cuantificación empleando como referencia la Calculadora de Emisiones para el Registro Nacional de Emisiones (RENE), versión 9.0 (SEMARNAT, actualización marzo de 2025), así como factores de emisión derivados de las Directrices del IPCC (2006) para el sector transporte y maquinaria fuera de carretera.

Dado que el proyecto se encuentra en fase de evaluación, la estimación se desarrolló a partir de supuestos técnicos consistentes con la magnitud de la obra, correspondiente a la ampliación de aproximadamente 25 km de una carretera tipo A2 a una sección tipo A4, considerando el tipo de maquinaria, intensidad de uso y duración de cada etapa.

Tabla 36. Parámetros generales considerados para la estimación de emisiones GEI.

Etapa	Parámetro	Descripción	Justificación
Preparación del sitio (6 meses)	Equipos pesados en operación	25–30 unidades	Trabajos simultáneos de desmonte, despalme y nivelación
	Consumo de combustible	18–22 L/h por equipo	Valores típicos para maquinaria pesada
	Jornada de trabajo	8 h/día, 6 días/semana	Esquema habitual de construcción
	Flota de apoyo	8–12 vehículos ligeros	Supervisión y logística
Construcción (22 meses promedio)	Equipos pesados en operación	35–50 unidades	Terracerías, drenaje, pavimentación y

Etapa	Parámetro	Descripción	Justificación
			estructuras
	Intensidad operativa	Alta	Transporte de materiales y pavimentación
	Flota de apoyo	20–30 vehículos ligeros	Logística y supervisión
Operación y mantenimiento	TPDA	8,000–12,000 vehículos/día	Autopista regional
	Transporte de carga	35–45%	Participación estimada de vehículos pesados
	Conservación	Maquinaria menor y vehículos de supervisión	Actividades rutinarias

Con base en lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 37. Cálculo estimado de emisiones GEI por etapa del proyecto.

Etapa	Combustible	Consumo estimado (L)	Factor CO_2 (kg/L)	Emisiones CO_2 (t)	Emisiones CH_4 (t)	Emisiones N_2O (t)	Emisiones totales (tCO_2e)
Preparación del sitio	Diésel	520,000	2.68	1,394	0.05	0.04	1,410
Preparación del sitio	Gasolina	13,500	2.31	31.2	0.004	0.001	31.7
Construcción	Diésel	2,050,000	2.68	5,494	0.20	0.16	5,550
Construcción	Gasolina	48,000	2.31	111	0.015	0.005	112.5
Operación y mantenimiento	Diésel	1,560,000	2.68	4,181	0.15	0.12	4,220
Operación y mantenimiento	Gasolina	910,000	2.31	2,102	0.08	0.025	2,135

Nota: Los valores corresponden a estimaciones indicativas desarrolladas mediante factores de emisión del RENE y parámetros de consumo típicos para proyectos carreteros de características similares.

Los resultados muestran que la principal contribución de emisiones durante la fase constructiva proviene del consumo de diésel asociado a maquinaria pesada y transporte de materiales, situación consistente con la naturaleza y magnitud del proyecto.

Durante la etapa de operación, las emisiones están dominadas por el tránsito vehicular, particularmente por el transporte de carga que utiliza la Autopista Nueva Italia–Lázaro Cárdenas. Sin embargo, la ampliación de la infraestructura permitirá mejorar las condiciones de circulación, reducir tiempos de recorrido, disminuir maniobras de rebase y reducir periodos de desaceleración y aceleración frecuentes, lo que puede traducirse en mejoras de eficiencia energética respecto al escenario actual.

Cabe señalar que los valores presentados corresponden a una estimación preliminar y podrán ajustarse conforme se disponga de información más detallada durante las etapas posteriores de ingeniería de detalle y ejecución del proyecto.

Con base en la delimitación del área del Proyecto y en la configuración preliminar de la sección tipo, se realizó la estimación de superficies de afectación, ocupación y cobertura del suelo, diferenciando áreas con sellamiento permanente, superficies sin sellamiento y tipos de cobertura presentes dentro del proyecto.

Tabla 38. Superficies generales del proyecto.

Concepto	Existente	Por afectar
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	El área total del Proyecto corresponde al proyecto y derecho de vía existente del tramo km 185+000 – 210+900 de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas.	La superficie total estimada de afectación del Proyecto corresponde a 125.00 ha.
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	Infraestructura carretera existente, estructuras, drenaje y obras asociadas dentro de la Autopista actual.	La ocupación permanente con sellamiento corresponde a 85.00 ha (68.00%), asociadas principalmente a plataforma de rodamiento, acotamientos y estructuras.
Superficie por intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	Áreas adyacentes al proyecto, zonas de transición y áreas previamente intervenidas.	La superficie permanente sin sellamiento corresponde a 40.00 ha (32.00%), asociadas principalmente a taludes, cunetas y zonas de transición.
Superficie total de vegetación	La cobertura vegetal del área de estudio está conformada principalmente por vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia, vegetación inducida y áreas previamente intervenidas asociadas al proyecto existente.	La afectación estimada a vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia corresponde aproximadamente a 68.75 ha (55.00% de la superficie total de afectación).
Superficie de vegetación forestal total	Predomina vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia distribuida de manera discontinua a lo largo del proyecto y dentro de la Región Ecológica del proyecto.	La afectación forestal se concentra principalmente en vegetación secundaria y se presenta de manera lineal y localizada dentro de la franja requerida para la ampliación.
Tipo de vegetación 1	Vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia: 68.75 ha (55.00%).	Corresponde a la principal cobertura susceptible de afectación por ampliaciones laterales, cortes, terraplenes y obras complementarias.
Tipo de vegetación 2	Áreas previamente	La afectación se concentra

Concepto	Existente	Por afectar
	intervenidas e infraestructura carretera: 43.75 ha (35.00%).	sobre superficies ya modificadas por actividades antrópicas e infraestructura existente.
Tipo de vegetación n	Uso agropecuario y vegetación inducida: 12.50 ha (10.00%).	Afectación localizada asociada principalmente a zonas con aprovechamiento agropecuario y vegetación secundaria inducida.
Superficie de incidencia en cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	Existen cruces de escurrimientos temporales, cauces intermitentes y obras de drenaje asociadas a la cuenca del río Balsas.	La incidencia corresponde principalmente a adecuaciones de obras de drenaje transversal y longitudinal, así como a la ampliación de estructuras existentes.
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	Asociada a cruces hidráulicos y cauces presentes dentro del proyecto.	La incidencia será temporal y localizada, derivada de adecuaciones hidráulicas y obras complementarias que, en su caso, requieran autorización de las autoridades competentes.
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	No aplica.	No aplica.

Los resultados muestran que la mayor parte de la superficie involucrada en el proyecto corresponde a vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia y áreas previamente intervenidas asociadas a la infraestructura carretera existente. Lo anterior es indicativo de que la ampliación se desarrolla principalmente sobre un corredor previamente modificado por actividades humanas y sobre infraestructura ya establecida, reduciendo la necesidad de apertura de nuevos trazos.

La afectación a la vegetación natural se concentra principalmente en franjas laterales requeridas para la ampliación de la sección transversal, adecuaciones geométricas, obras de drenaje y estructuras asociadas al proyecto. Las superficies presentadas corresponden a estimaciones preliminares derivadas de la configuración geométrica actual y podrán ajustarse durante las etapas posteriores de ingeniería de detalle y proyecto ejecutivo.

CAPÍTULO II

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBEINTAL Y, EN SU CASO CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO

Contenido

II.1 LEY GENERAL DEL EQULILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 5

II.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 8

II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 10

II.3.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POET) 10

II.3.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACAN DE OCAMPO. 13

II.3.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL SIERRA COSTA, MICHOCACAN DE OCAMPO. 14

II.3.4 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DENOMINADA INFIERNILLO 18

II.4 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO 22

II.4.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030. 22

II.4.2 PROGRAMA SECTORIAL DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2025-2030 24

II.4.3 PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE MICHOACAN DE OCAMPO 2025-2040. 26

II.4.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO INTEGRAL DEL ESTADO DE MICHOACAN 2021-2027 28

II.4.5 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2021-2024 ARTEAGA, MICHOACAN. 30

II.4.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2021-2024, LA HUACANA, MICHOACÁN. 31

II.5 DECTRETOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIEMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC)..... 33

II.5.1 ÁREA NATURAL PROTEGIDA ZICUIRÁN- INFIERNILLO 33

II.5.1.1 PROGRAMA DE MANEJO RESERVA DE LA BIÓSFERA ZICUIRÁN – INFIERNILLO. 36

II.6 REGIONES PRIORITARIAS 41

II.6.1 AREAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES 41

II.6.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS 44
II.6.3 REGION TERRESTRE PRIORITARIA 46

II.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 47
II.7.1 SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 47
II.7.2 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. 48
II.7.3 SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL 49

II.8 LEYES 51
II.8.1 LEYES FEDERALES 51
II.8.2 LEYES ESTATALES 57

II.9 REGLAMENTOS 67
II.9.1 REGLAMENTOS FEDERALES 67
II.9.2 REGLAMENTOS ESTATALES 71

II.10 LOCALIDAD (ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O ZONA DE INFLUENCIA. 75

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 UAB 130 que incide con el trazo del Proyecto. 10
Ilustración 2. UGA, ANP1721 del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo que incide con el trazo del Proyecto. 13
Ilustración 3. UGA, ANP 162, Del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Sierra Costa que incide en el trazo del Proyecto. 14
Ilustración 4. UGA, ANP 459 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Denominada Infiernillo, que incide en el trazo del Proyecto. 18
Ilustración 5. Políticas del Modelo Territorial que Inciden con el Proyecto. 26
Ilustración 6. Unidades de Gestión Territorial que inciden con el trazo del Proyecto. 27
Ilustración 7. Área Natural Protegida Zicuirán – Infiernillo que incide con el Proyecto 33
Ilustración 8. Área para la Conservación de las Aves "Cuenca Baja del Balsas" 42
Ilustración 9. Región Hidrológica Prioritaria "Cuenca Baja del Río Balsas", que incide con el trazo del Proyecto. 44
Ilustración 10. Regiones Terrestre Prioritaria Infiernillo, que incide con el trazo del Proyecto. 46

Ilustración 11. Pueblos indígenas próximos al sitio del Proyecto. 75

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
II.1 LEY GENERAL DEL EQULILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	Artículo 28. La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente. … I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; … VII. Cambios de uso de suelos de áreas forestales, así como selvas y zonas áridas. …	Toda vez que el proyecto consiste en una vía general de comunicación; la Promovente en cumplimiento a la fracción I de este artículo, presenta ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-R) para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, en el Estado de Michoacán de Ocampo”. Asimismo, la Promovente es consciente del cambio de uso de suelo que se requerirá por las obras del Proyecto, por lo que presentará ante la SEMARNAT el estudio técnico justificativo para solicitar dicho cambio con la finalidad de dar cumplimiento a la fracción VII del presente artículo.
	Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	La Promovente implementará medidas de mitigación para controlar la generación de partículas ocasionadas durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la ampliación de la autopista tal y como se describe en el Capítulo IV del presente estudio.
	Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país…	Durante las diferentes etapas del Proyecto, la Promovente implementará procedimientos para el manejo de sustancias y de residuos peligrosos que se utilicen o generen, para evitar contaminación del agua superficial o subterránea; Asimismo, las aguas residuales generadas de los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresa autorizadas

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
		para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
	Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	Las aguas residuales generadas de los sanitarios portátiles serán manejadas, transportadas y dispuestas por empresa autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, en los sitios autorizados para tal caso. Asimismo, se evitará el vertimiento de aguas de lavado de ollas, herramientas y equipo a cualquier cuerpo o corriente de agua o a suelo o subsuelo.
	Artículo 123. Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	Las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles durante el desarrollo del Proyecto serán manejadas, transportadas y dispuestas por empresa autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga.
	Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: … II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales;	La Promovente implementará Programas para el manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, generados durante las diferentes etapas del Proyecto. Aunado a esto se contará con áreas de almacenaje temporal de residuos, en donde dichas áreas serán construidas con suelos impermeables, canaletas a fin de evitar la contaminación del suelo.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; … V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	
	Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	La Promovente elaborará e implementará Programas para el manejo de residuos en donde se describirá la manera de almacenar sustancias, con la finalidad de evitar la infiltración de dichas sustancias.
	Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	En caso de que por alguna circunstancia fortuita se genere contaminación al suelo por derrame residuos peligrosos, o sustancias la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
II.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en material de impacto ambiental: … B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales… O) Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Toda vez que el proyecto consiste en una vía general de comunicación, la Promovente en cumplimiento a los incisos B de este artículo, presenta ante la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos y Naturales (SEMARNAT) la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-R) para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, en el Estado de Michoacán de Ocampo. Asimismo, la Promovente en cumplimiento al inciso O de este artículo, efectuará el estudio técnico justificativo (ETJ) para solicitar ante la SEMARTAN el cambio de uso de suelo para el proyecto.
	Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	
	Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. …; y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	
	Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.	
	Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	
	Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría…	La Promovente avisará a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el caso que se realicen modificaciones al proyecto durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental y acatará los términos y condicionantes que ésta emita.
	Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría,	En caso de que la Promovente pretenda realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, se someterá a consideración a la SEMARNAT y acatará los términos y condicionantes que ésta emita al respecto.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

II.3.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POET)

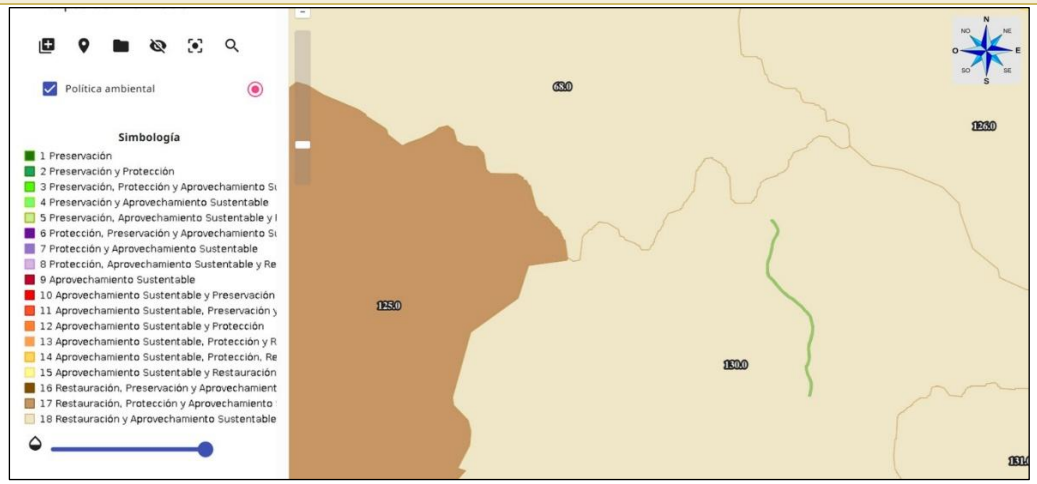


Ilustración 1 UAB 130 que incide con el trazo del Proyecto.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POET)	**UAB 130** **Nombre:** Cordillera Costera Michoacana Sureste Michoacana Sureste. **Rectores del Desarrollo:** Preservación de flora y Fauna. **Coadyuvantes del Desarrollo**: Forestal, minería. **Asociados del Desarrollo:** Agricultura, Ganadería. **Política Ambiental:** Restauración y Aprovechamiento Sustentable. **Nivel de Atención** Prioritaria: Alta	De acuerdo con las estrategias que se indican en esta UAB, las que se vinculan directamente con el Proyecto son la estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad, 2.- Recuperación de especies en riesgo y 12 protección de los ecosistemas. Esto debido a que el Proyecto se desarrollara dentro del Area Natural Protegida Federal Zicuirán- Infiernillo, cabe destacar que estos trabajos se realizarán sobre el derecho de vía de la actual Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas. Es así como previo al inicio de los trabajos se implementarán los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, por lo que de esta

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Estrategias: 1.- Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. 15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobrezapara fortalecer su patrimonio. 25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	manera se cumplirá con la protección de estos organismos.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física. 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.3.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACAN DE OCAMPO.

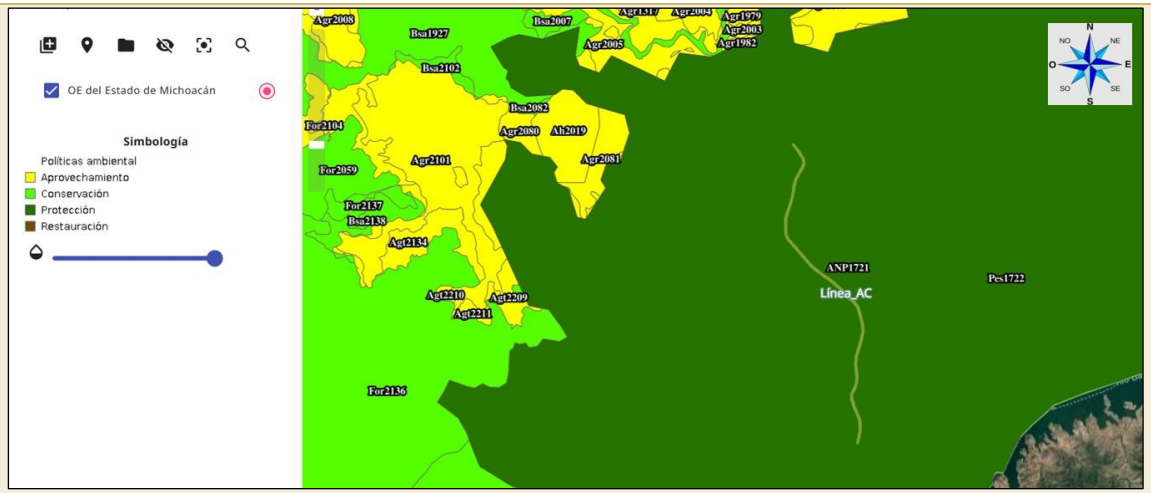


Ilustración 2. UGA, ANP1721 del Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo que incide con el trazo del Proyecto.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ESTATAL DE MICHOACAN DE OCAMPO.	**UGA, ANP1721.** **Política ambiental:** Protección. **Lineamientos ecológicos aplicables a esta UGA.** Lineamiento 4. Preservación de ecosistemas y de la biodiversidad. El mantenimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones	Con relación a esta UGA, podemos decir que se si bien esta área nos indica una política ambiental de protección, los trabajos se realizarán en un área previamente alterada por los procesos antropogénicos derivados de la vialidad existente, cabe destacar que este Proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de esta vialidad. Cabe destacar que con la finalidad de mantener la calidad ambiental de esta Área Natural Protegida, se implementarán todas las medidas de prevención, mitigación, restauración y/o compensación de los impactos ambientales generados durante las

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales. Objetivo 11. Mantener o mejorar las condiciones de los ecosistemas con características ambientales relevantes, donde se presentes conflictos bajos a muy bajos. Objetivo 12. Transitar del uso forestal a la provisión de bienes y servicios ambientales. Objetivo 13. Mantener la calidad ambiental de las Áreas Naturales Protegidas.	diferentes etapas del Proyecto, además se implementara el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna con la finalidad de conservar las especies que pudiesen ser afectadas por la “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.

II.3.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL SIERRA COSTA, MICHOACAN DE OCAMPO.

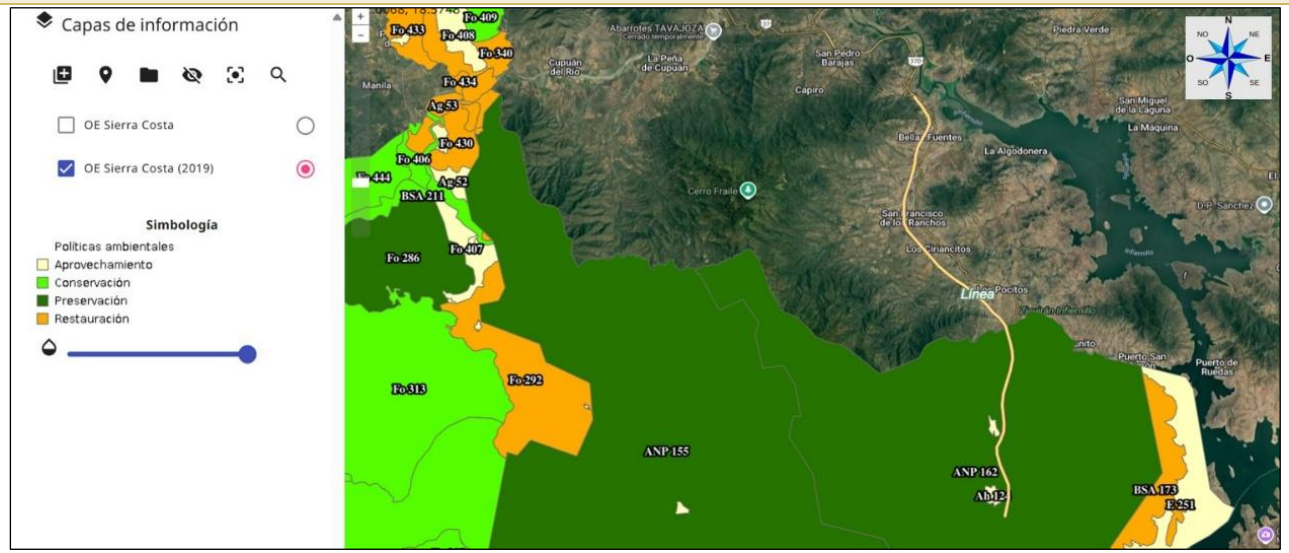


Ilustración 3. UGA, ANP 162, Del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Sierra Costa que incide en el trazo del Proyecto.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL SIERRA COSTA, MICHOCACAN DE OCAMPO.	**UGA: ANP 162** **Uso predomínate:** Área Natural Protegida. **Uso compatible**: Vida silvestre, Bienes y servicios ambientales **Uso condicionado**: Forestal **Uso incompatible:** Agricultura, Pecuario, Minería, Industria, Turismo, Asentamientos humanos, Energía alternativa, CA, AC **Política**: Preservación **Impactos ambientales potenciales**: No aplica **Lineamientos:** L1.-Manejar de manera integral las cuencas hidrológicas para preservación de los ecosistemas acuáticos, sus cauces y afluentes para garantizar la conservación de sus procesos ecológicos, la permanencia de especies y el mantenimiento de sus servicios ambientales. L2.- Conservar la estructura y función de la cobertura forestal para mantener e incrementar los servicios ambientales, así como conservar y proteger las zonas de influencia de las áreas naturales protegidas (ANP) ya decretadas. L3.- Fortalecer e impulsar acciones para la protección de los recursos naturales, para mantener los procesos ecológicos garantizando la existencia de corredores biológicos. L4.- Promover e implementar infraestructura para el uso eficiente del agua y desarrollo con esquemas ecológicos para los asentamientos humanos y las actividades productivas como: agropecuarias, turísticas e industriales, respetando su capacidad de carga y recarga para	Con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Sierra Costa, podemos observar que la actividad del Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, se encuentra dentro de la política de Preservación, sin embargo, dentro de los usos de esta área la actividad propia del Proyecto no se encuentra descritos dentro del uso compatible, condicionado o incompatible, así como en los lineamientos descritos. Sin embargo, dentro de las Estrategias se menciona la Protección de áreas de relevancia ambiental del municipio, Manejo de Flora y fauna, Regular actividades en las zonas de valor ecológico y Protocolo básico para otorgar autorizaciones para proyectos. Es así como el Proyecto realizara acciones de Rescate y reubicación de Flora y Fauna, con la finalidad de preservar estas. Por otra parte, se presenta esta MIA-R con la finalidad de contar con la autorización correspondiente. Aunado a esto dentro del Programa del Área Natural Protegida, las actividades permitidas dentro de esta son la apertura de nuevos senderos, brechas o caminos, así como construcción de obra pública y privada, por lo que el Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se alinea con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Sierra Costa, Michoacán de Ocampo.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	garantizando la continuidad de los servicios ambientales, así como la conservación y protección de los acuíferos de la Región. L5.- Desarrollar de actividades de turismo sustentable en sitios de importancia ecológica y cultural de la región, garantizando la integridad de los ecosistemas y la conservación. L7.- Aprovechar de manera sustentable, las zonas agrícolas y pecuarias, induciendo a la diversificación de actividades productivas, y promover la modernización de dichas actividades para optimizar el uso de los recursos naturales, disminuir la presión sobre ellos, garantizando la preservación de las zonas de recarga y descarga natural del acuífero y redes hídricas. L8.- Restaurar los ecosistemas y zonas afectadas por fenómenos naturales, así como por efectos antropogénicos mediante actividades que propicien la continuidad de los procesos naturales. L9.- Restaurar las zonas de aprovechamiento agrícola y pecuario, las afectadas por el abandono y/o deterioro, para recuperar el nivel de productividad, mediante acciones de reconversión vegetal y/o L11.- Impulsar la generación de energía alternativa (geotermia, solar, eólica e hidráulica), en zonas urbanas, rurales y/o ambientes naturales, con criterios de compatibilidad ambiental, garantizando el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas afectados, así como la diversidad biológica, apegados a los instrumentos normativos ambientales vigentes.	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Estrategias: Es1.-Compatibilidad de Políticas y Programas de Gobierno a Nivel Federal, Estatal y Municipal. E2.- Conocimiento actualizado del balance hídrico de los acuíferos. E3.- Desarrollar un diagnóstico sobre los recursos naturales y su estado de conservación. E4.- Protección de áreas de relevancia ambiental del municipio. E5.- Manejo de Flora y fauna. E6.- Regular actividades en las zonas de valor ecológico. E8.- Protocolo básico para otorgar autorizaciones para proyectos. E9.- Aprovechamiento eficiente del agua. **Agrícola:** No plica **Pecuario:** No aplica **Forestal:** Lo aplicable en el decreto de ANP. **Vida Silvestre:** Lo aplicable en el decreto de ANP. **Cuerpo de agua:** No aplica **ANP:** Lo aplicable en el decreto de ANP. **Bienes y Servicios Ambientales**: Lo aplicable den decreto de ANP. **Asentamientos Humanos:** No aplica **Industria:** No aplica **Minería:** No aplica **Turismo:** No aplica **Energía:** No aplica **Pesca:** No aplica **Acuacultura:** No aplica	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.3.4 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DENOMINADA INFIERNILLO

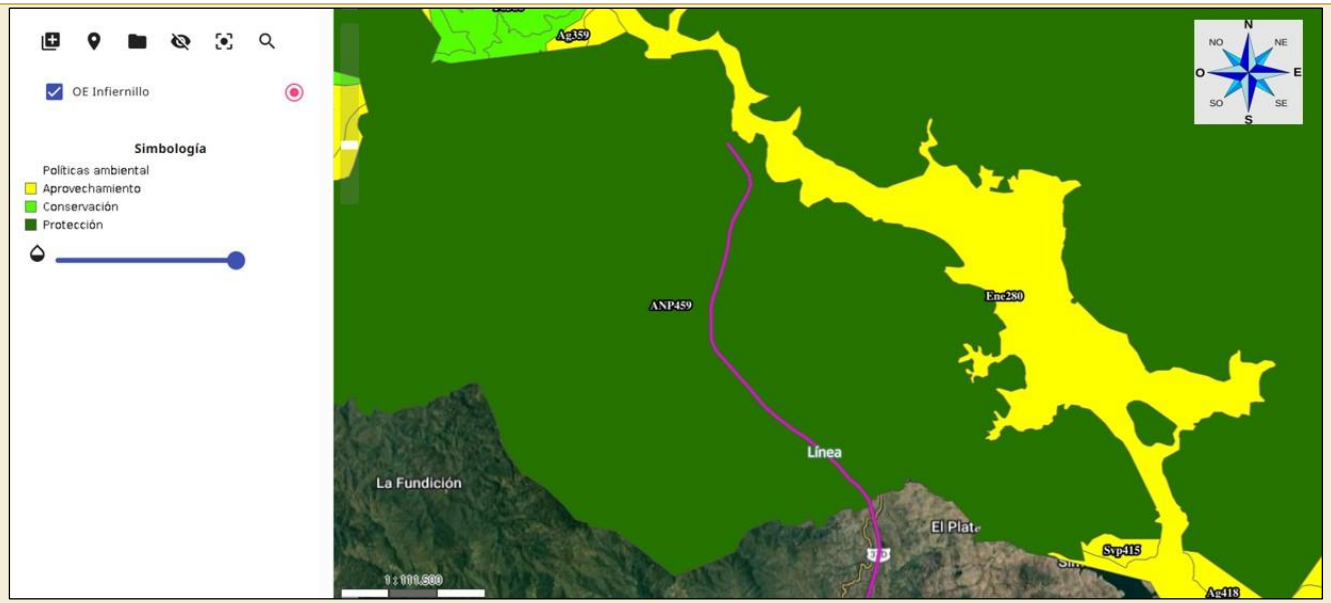


Ilustración 4. UGA, ANP 459 del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Denominada Infiernillo, que incide en el trazo del Proyecto.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN DENOMINADA INFIERNILLO	Como podemos observar en la imagen anterior el trazo del Proyecto se encuentra dentro de la UGA ANP459, por lo que a continuación se describe esta. **UGA:** ANP459. ANP federal **Uso compatible:** Plan de Manejo. **Uso condicionado:** Plan de Manejo. **Uso incompatible:** Plan de Manejo.	Como se observa el Proyecto se encuentra dentro de la zona de Protección en donde los criterios de la UGA en general indican que las obras en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal y estatal, deberán sujetarse a lo dispuesto en la LGEEPA y la Ley, sus Reglamentos, la declaratoria y el programa de manejo respectivo, por lo que de acuerdo al Programa correspondiente, las actividades permitidas en el trazo del Proyecto son la apertura de nuevos senderos, brechas o caminos, así como la construcción de obra

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Política: Protección. **Criterios:** ANPII: En el otorgamiento de o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujeten la explotación, exploración o aprovechamiento de recursos en áreas Naturales Protegidas de carácter federal y estatal, se observarán las disposiciones de la LGEEPA y la Ley respectivamente, sus Reglamentos, las declaratorias de creación correspondiente, y de los programas de manejo. ANPIII: Las obras en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción federal y estatal, deberán sujetarse a lo dispuesto en la LGEEPA y la Ley, sus Reglamentos, la declaratoria y el programa de manejo respectivo y a la autorización previa de una manifestación de impacto ambiental. ANPLV: Las aguas superficiales utilizadas en la actividad antropogénica, deberán de mantenerse saneadas a fin de sostener los niveles de calidad de los hábitats silvestres. ANPV: La apertura de caminos deberá cumplir con las disposiciones del programa de manejo, la LGEEPA y demás leyes aplicables. ANPVI: Articular las especies con especial valoración ambiental que deben confogurar, como decisión social, las piezas de una red o sistema de corredores de vida silvestre y el mantenimiento de los ecosistemas respectivos de la región con previsión de cautela y limitaciones de uso; ANPVII: La colecta o extracción de flora y fauna,	pública o privada previa autorización correspondiente. Cabe recordar que los trabajos se realizarán en un área previamente impactada ya que estos trabajos se realizarán sobre el derecho de vía de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900, además se implementarán las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración de los impactos ambientales detectados durante las diferentes etapas del Proyecto. Por lo que podemos decir que el Proyecto se alinea con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Denominada Infiernillo.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	minerales y tros recursos naturales, podrá llevarse acabo solo en los casos para los que se obtenga autorización por parte de la instancia competente y cumpliento con lo establecido en la LGEEPA, Dcreto de área, programa de manejo y demás leyes aplicables. ANP VIII: El desarrollo de actividades de aprovechamiento, se realizará conforme a lo establecido en el programa de manejo respectivo. ANPIX: Mantener fuera del Área Natural Protegida a las especies exóticas de animales y plantas. **Estrategias:** COFOM 14: Disminiuir el número de incendios y los daños que estos ocasionan en los ecosistemas forestales de la identidad mediante actividades de prevención detección y combate con la participación coordinada de los tres órdenes de gobierno y la sociedad en su conjunto. COFOM15.- Otorgará apoyo consistente en asesoría técnica capacitación y en su caso elaboración de planes de manejo que en materia de vida silvestre que le sean solicitados SUMA 10: Gestión de ANP deberán contar con un órgano administrativo en el cual se involucran las dueños y legítimos poseedores del sitio los H. Ayuntamientos y en general la sociedad civil local como usuarios directos de las áreas así como un prestador de servicios externos que lleve a cabo el procedimiento de organización necesarios para la gestión de la administración de las áreas	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	así como su capacitación en la labor administrativa elaboración de programas de manejo el cual tiene como objeto proteger y conservar los recursos naturales y que contribuyen con el bienestar de los pobladores asentados en sitios adyacentes a la ANPs SUMA 11.- Señalización de ANPs permite el establecimiento de señalización que proporcione el al visitante la mayor información posible sobre el área y sus servicios. Infraestructura para proveer mejores condiciones de servicios en las ANPs mediante la construcción y complementación de instalaciones aptas para ofertar servicios que se involucren en el manejo de los RN y a su vez retribuya a los pobladores locales SUMA 12.- Identificación de especies nativas de flora y fauna de mayor rentabilidad productiva económica y ambiental para su manejo en UMAs en cada una de las 10 regiones del estado y perfilar los esquemas para su aprovechamiento integral SUMA 14.- Crear un fondo para el desarrollo de actividades que procuren la preservación del medio ambiente del Estado. FPM7: Impulsar la inocuidad en el manejo poscosecha de la Jamaica orgánica dar soporte a los procesos de comercialización a cargo de las cooperativas comunitarias del Bajo Balsas. PROAM 1.- Atender a las denuncias ciudadanas y o las actuaciones de oficio de la Procuraduría. PROGRAM 2.- Inspeccionar y vigilar obras y o actividades que presuntamente contravengan las	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	disposiciones normativas ambientales Estatales. PROGRAM 5.- Operativos conjuntos de vigilancia en ANP. SEDECO 59.- Creación y abasto de materias primas e insumos para la producción en variedades que no se encuentran disponibles en las localidades y con precios accesibles en un sistema de administración compartida con los artesanos se puede convenir con los ayuntamientos la creación de un fondo específico que permita la disponibilidad de volúmenes suficientes de materiales. **Política:** Protección, Política ambiental que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en sistemas de áreas naturales protegidas en el ámbito federal, estatal o municipal;	
II.4 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO		
II.4.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030.	El Plan Nacional de Desarrollo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025 y tiene como principal objetivo establecer la planeación estratégica del desarrollo del país durante el sexenio, definiendo las prioridades, metas y acciones del gobierno federal para lograr un crecimiento económico, social y ambientalmente sostenible, con bienestar para la población. Dicho Plan está conformado por 4 ejes generales, siendo estos: Eje 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana.	Como podemos observar el Proyecto se alinea con el Objetivo 3.7, el cual busca mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro. En este contexto, la ampliación de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas representa una acción concreta para fortalecer uno de los principales corredores de comunicación del estado de Michoacán, facilitando el tránsito de usuarios y el transporte de bienes hacia los centros productivos y

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Eje 2: Desarrollo con bienestar y humanismo. Eje 3: Economía moral y trabajo. Eje 4: Desarrollo sustentable. A su vez cuenta con 3 ejes transversales los cuales son: Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres. Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional. Eje transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas. Es así como el Proyecto incide en el eje 3, economía moral y trabajo en donde se tiene el objetivo 3.7 que se refiere a la Mejora de la movilidad de personas, mercancías en todo el territorio nacional y trasfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro. Por lo que se presenta la estrategia número 3.7.2, que a la letra dice**:** **“***Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad,*	logísticos de la región. Asimismo, el Proyecto presenta una vinculación directa con la Estrategia 3.7.2, la cual establece la necesidad de “Fomentar la construcción, modernización y conservación de la infraestructura de transporte para garantizar la movilidad de personas, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad”. En congruencia con dicha estrategia, la ampliación de dos a cuatro carriles permitirá incrementar la capacidad de la vía, reducir los niveles de congestión vehicular, mejorar los tiempos de recorrido y fortalecer las condiciones de seguridad vial para los usuarios. De igual forma, contribuirá a optimizar el transporte de mercancías a otros centros de distribución regionales y nacionales, favoreciendo la eficiencia logística y la competitividad económica de la entidad. Adicionalmente, el Proyecto promoverá una mayor accesibilidad para las comunidades ubicadas dentro de su área de influencia, facilitando el acceso a servicios, actividades productivas y oportunidades de desarrollo económico. La modernización de esta infraestructura también contribuirá a la consolidación de un sistema de transporte más eficiente y sostenible, en concordancia con los principios de calidad, inclusión e igualdad establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo. Por lo anterior, se concluye que el Proyecto mantiene una vinculación directa y congruente con el Eje 3: Economía Moral y Trabajo, particularmente con el

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	inclusión e igualdad”.	Objetivo 3.7 y la Estrategia 3.7.2, al promover la modernización de la infraestructura carretera, mejorar la movilidad de personas y mercancías, fortalecer la seguridad vial e impulsar el desarrollo económico y social de la región.
II.4.2 PROGRAMA SECTORIAL DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES 2025-2030	El Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (PSICT) es un instrumento de planeación del gobierno federal en México que define los objetivos, estrategias y acciones específicas para el desarrollo del sector de infraestructura, transporte y comunicaciones durante el sexenio. En lo que respecta al Proyecto este se alinea con lo establecido en el Objetivo 6.1 y que a la letra dice: *“Mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera con criterios de inclusión social, sostenibilidad y eficiencia para garantizar la movilidad de personas y mercancías”.* Para dar cumplimiento a este objetivo se plantea las siguientes estrategias y líneas de acción. Estrategia 1.1 Incrementar el estado físico de la Red Carretera Federal a través de su conservación y rehabilitación para garantizar la movilidad de personas, bienes y servicios, con condiciones de accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad y calidad. Líneas de acción. 1.1.1. Atender mediante la conservación y	El Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se vincula directamente con el Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (PSICT), particularmente con el Objetivo 6.1, orientado a mejorar la conectividad y accesibilidad territorial mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera para garantizar la movilidad eficiente y segura de personas y mercancías. Asimismo, el Proyecto es congruente con la Estrategia 1.1, al fortalecer y modernizar la infraestructura carretera existente, mejorando las condiciones de operación, accesibilidad y calidad de la Red Carretera Federal. De igual manera, contribuye al cumplimiento de la Estrategia 1.2, al incorporar medidas que incrementan la seguridad vial, reducen los riesgos de accidentes y mejoran las condiciones de circulación de los usuarios. En este sentido, la ampliación de la autopista permitirá incrementar la capacidad de la vía, optimizar los tiempos de traslado, fortalecer la conectividad regional y favorecer el transporte seguro y eficiente de personas, bienes y servicios, contribuyendo al

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	rehabilitación, los tramos carreteros y puentes en regular y mal estado de la Red Carretera Federal. 1.1.2. Consolidar el Programa de Trenes de Pavimentación para la atención de tramos carreteros prioritarios de la Red Carretera Federal. 1.1.3. Fortalecer el estado físico de la Red Carretera Federal implementando procesos eficientes de evaluación y auscultación en tramos carreteros y puentes. 1.1.4. Continuar con la prestación de servicios de operación y mantenimiento de los caminos y puentes a cargo de CAPUFE, con base en la implementación de parámetros de evaluación para mejorar su desempeño. 1.1.5. Promover la modernización de la Red Carretera Federal de cuota implementando medios electrónicos de pago a fin de disminuir los tiempos de espera en el cruce de las plazas de cobro. Estrategia 1.2. Incrementar las medidas de seguridad vial en la Red Carretera Federal a fin de garantizar el derecho constitucional a una movilidad segura de los usuarios. Líneas de acción: 1.2.1. Atender los puntos de conflicto a fin de disminuir los índices de accidentabilidad mediante intervenciones integrales en la Red Carretera Federal. 1.2.2. Fortalecer los programas de señalamiento horizontal, vertical y barreras de protección en la Red Carretera Federal. 1.2.3. Mejorar la seguridad vial, procedimientos	desarrollo económico y social del estado de Michoacán. En consecuencia, se concluye que el Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” es plenamente congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	constructivos y calidad de las obras a través del fortalecimiento del marco normativo para la infraestructura del transporte terrestre. 1.2.4. Promover la prevención de siniestros viales mediante la implementación de auditorías de seguridad vial en la Red Carretera Federal.	

II.4.3 PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE MICHOACAN DE OCAMPO 2025-2040.

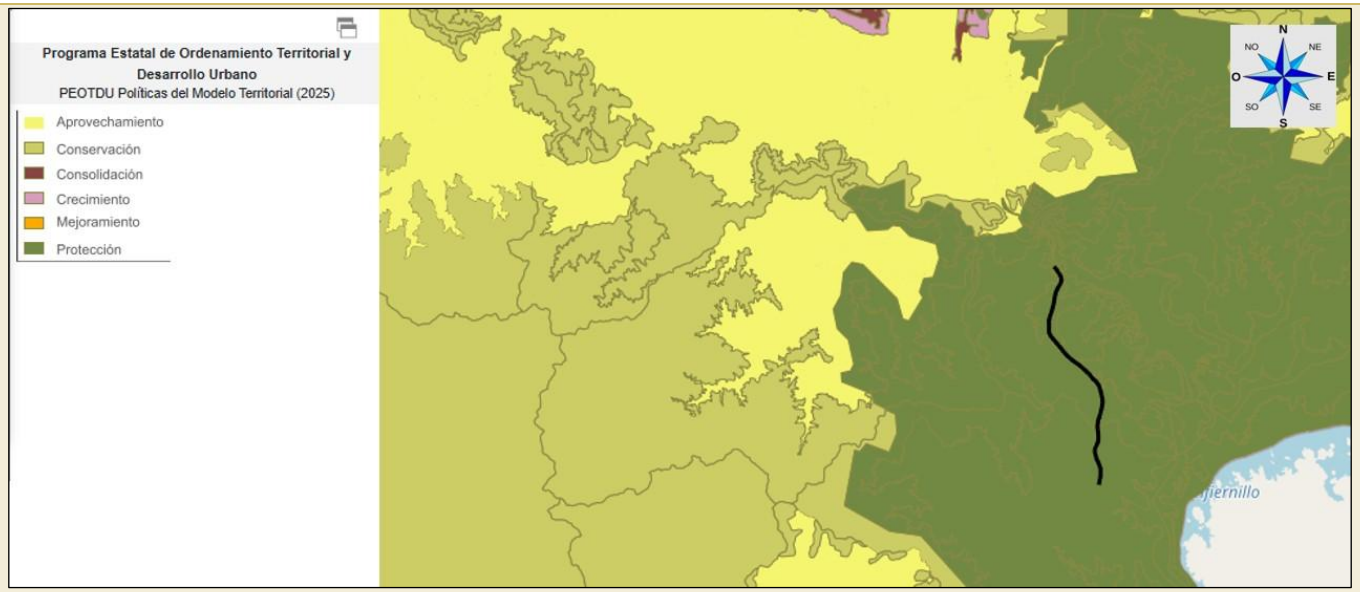


Ilustración 5. Políticas del Modelo Territorial que Inciden con el Proyecto.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

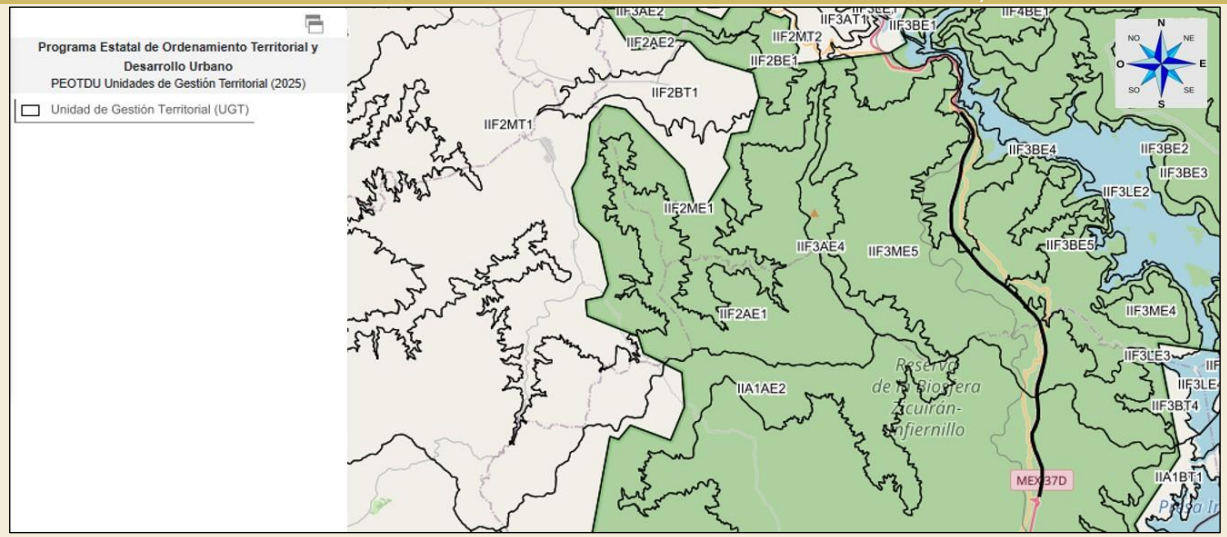


Ilustración 6. Unidades de Gestión Territorial que inciden con el trazo del Proyecto.

PROGRAMA ESTATAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO DE MICHOACAN DE OCAMPO 2025-2040.	Este Programa enuncia los criterios generales que encausan el ordenamiento territorial de la entidad. Se trata de formulaciones enunciativas y de caracterización con base en el análisis de aptitud territorial, vocación del suelo, sus estrategias y políticas definidas. Se plantear las acciones necesarias que contribuyan al ordenamiento territorial de la entidad en congruencia con las ya establecidas en otros ordenamientos legales y regulatorios. Para el aprovechamiento territorial se realiza una zonificación general, en la que se definen zonas de aprovechamiento para asentamientos humanos, zonas de funciones productivas, zonas	El Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” es congruente con el Programa de Ordenamiento Territorial del Estado, el cual establece criterios para orientar el aprovechamiento sostenible del territorio con base en su aptitud, vocación y características ambientales. De acuerdo con la zonificación establecida en dicho instrumento, el Proyecto incide en las políticas Especial ANP, Protección, y en las UGAS IIF3BE5, IIF3ME5 e IIA1ME1, cuyo objetivo es proteger las zonas de alto valor ambiental y ecosistémico, así como salvaguardar zonas de protección, zonas federales, áreas restringidas y áreas identificadas como no

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	de aprovechamiento turístico, zonas de protección y zonas de riesgo. Esta zonificación es enunciativa y no limitativa y se establece con base a las características y vocaciones del territorio del Estado, cuyo objeto es designar una zonificación que apoye el ordenamiento integral de la entidad, estas zonas son enunciativas y no limitativas y podrán ser adecuadas dados los contextos y características de la entidad de estudio. Consta de un modelo inicial de zonificación del territorio a partir de atributos generales que orienten la definición específica de políticas territoriales. En este caso el Proyecto incide en la política Especial ANP, Protección, UGAS IIF3BE5, IIF3ME5, IIA1ME1 dicha política tiene por objeto proteger las zonas de alto valor ambiental y ecosistémico, así como las zonas de protección y salvaguardar zonas de riego, zonas federales y áreas restringidas identificadas como áreas no urbanizables.	urbanizables. En este sentido, el Proyecto considera la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que permitan minimizar los impactos sobre los ecosistemas presentes en su área de influencia, favoreciendo la conservación de los recursos naturales y garantizando la compatibilidad de las obras con los objetivos de protección establecidos por el ordenamiento territorial. Por ello, se considera que el Proyecto es compatible con las políticas de conservación y protección definidas para la zona, contribuyendo al desarrollo de infraestructura estratégica bajo criterios de sostenibilidad ambiental.
II.4.4 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO INTEGRAL DEL ESTADO DE MICHOACAN 2021-2027	El Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2021-2027 tiene como objetivo establecer las directrices y la ruta de acción del gobierno estatal para impulsar el desarrollo integral de Michoacán, con el fin de mejorar el bienestar y la calidad de vida de su población. Este plan se encuentra integrado por cuatro ejes principales y dos ejes transversales, siendo estos: Eje 1: Armonía, paz y reconciliación. Eje 2: Bienestar Eje 3: Prosperidad económica	En este sentido, el Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se encuentra plenamente alineado con el Eje 3. Prosperidad Económica, al promover la modernización de una infraestructura estratégica para el estado de Michoacán. La ampliación de la autopista incrementará la capacidad operativa del corredor carretero, mejorará la conectividad regional y fortalecerá la integración de los centros de producción con los principales mercados y nodos logísticos del país.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Eje 4: Territorio sostenible. Y los ejes transversales Eje transversal Inclusión e igualdad sustantiva. Eje transversal Gobierno digital, honesto, eficaz y transparente En lo que respecta al Proyecto, este se vincula directamente con el eje 3, en donde el objetivo 3.2 nos habla de impulsar la competitividad del estado y la integración de los territorios con infraestructura, equipamiento, tecnologías digitales e iniciativas estratégicas, incluyentes, sostenibles, eficientes, accesibles y seguros, basadas en una visión de desarrollo regional. En este sentido se tiene como meta incrementar al 50% la satisfacción de la población con relación al estado actual de las carreteras y caminos. Para ello se plantean las siguientes acciones. 3.2.1.3. Construir y modernizar la red carretera en el estado. 3.2.1.11. Coadyuvar en la gestión de infraestructura complementaria para una mejor operación de los aeropuertos en el Estado y promover nueva infraestructura en los aeropuertos de Lázaro Cárdenas y Zamora. Por otra parte, en este plan se cuenta con Proyectos insignia en donde se menciona la reconstrucción de la red carretera y obras públicas para ello se tienen las siguientes acciones: 3.2.1.2. Implementar un programa de rescate de la red carretera existente en el Estado, para revertir su nivel de deterioro, lo que contribuirá a	De esta manera, el Proyecto contribuirá a incrementar la eficiencia del transporte de personas y mercancías, impulsar las actividades económicas y productivas de la región, fortalecer las cadenas de suministro y favorecer la competitividad territorial, generando beneficios económicos y sociales que coadyuvan al desarrollo sostenible de la zona de influencia.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	reducir costos de operación y brindar mayor seguridad a la población. 3.2.1.3. Construir y Modernizar la Red carretera en el Estado.	
II.4.5 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2021-2024 ARTEAGA, MICHOACAN.	El Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Artega es un documento que se toma como instrumento rector del desarrollo integral del Municipio, resultado fundamental del proceso de planeación que se genera y establece en el ámbito municipal. En él se expresa la concertación de voluntades y acuerdos de las comunidades y ciudadanos organizados con sus ayuntamientos, y los mecanismos de coordinación con los niveles estatal y federal. Este Plan se compone de 3 ejes, siendo estos. Eje 1: Gobierno Transparente. Eje 2: Bienestar y Justicia Social. Eje 3: Desarrollo Agropecuario. En el caso del Proyecto, este se vincula con el eje 2, Bienestar y Justicia Social. En donde uno de sus objetivos es el de Promover y garantizar el disfrute de los derechos humanos de toda la población a través de la mejora de los servicios públicos brindados y de la ejecución de programas de bienestar y obras de beneficio común. Estrategia 2.1.3 Ejecutar obras para mejorar el desarrollo urbano y la presentación de servicios públicos municipales. Para lo que se plantean las siguientes acciones. En dicho Plan se planten Prioridades en este	El Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” es congruente con el Plan Municipal de Desarrollo 2021–2024 de Arteaga, particularmente con el Eje 2. Bienestar y Justicia Social y la Estrategia 2.1.3, al constituir una obra de infraestructura que mejorará la movilidad, accesibilidad y conectividad regional. Asimismo, contribuye al fortalecimiento de las vías de comunicación entre las comunidades y la cabecera municipal, favoreciendo el traslado seguro y eficiente de personas, bienes y servicios, así como el acceso a actividades económicas, educativas, comerciales y de salud, generando beneficios sociales y económicos para la población de su área de influencia.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	caso Bienestar y Justicia Social en el área de obras públicas, en donde la prioridad es la de la restauración de caminos y brechas para acceder a la cabecera municipal desde las comunidades.	
II.4.6 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2021-2024, LA HUACANA, MICHOACÁN.	El Plan de Desarrollo Municipal de La Huacana, Michoacán para el periodo 2021 - 2024, es el documento rector que es la guía del quehacer de la Administración Pública Municipal para los próximos años, mediante el cual se busca mejorar las condiciones de vida, generando el desarrollo sostenible de La Huacana. En dicho Plan se cuenta con siete ejes estratégicos, siendo estos: • Derechos humanos, cultura de paz, prevención social de la violencia y seguridad pública. • Sustentabilidad ambiental y desarrollo territorial. • Desarrollo y bienestar social. • Desarrollo económico sostenible. • Gobierno abierto, finanzas sanas, transparentes y rendición de cuentas. • Servicios públicos municipales de excelencia. • Planeación municipal, fortalecimiento y desarrollo institucional. Por lo que el eje Servicios públicos municipales de excelencia tiene como objetivo abatir el déficit de arterias viales y mantener en condiciones óptimas las arterias existentes en el sistema vial,	El Proyecto “Ampliación de dos a Cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se alinea con el Plan de Desarrollo Municipal 2021-2024 la Huacana, con el eje Servicios públicos municipales de excelencia, así como con la estrategia F.1.1 Construcción y mantenimiento vial así como con las acciones descritas, si bien estas no se enfocan en vialidades (autopista), la ejecución del Proyecto permitirá incrementar la capacidad operativa de esta importante vía de comunicación, reducir tiempos de traslado, mejorar las condiciones de seguridad vial y optimizar la eficiencia logística para el transporte de bienes y servicios. Por lo que podemos concluir que el Proyecto se alinea con el Plan de Desarrollo Municipal 2021-2024, la Huacana.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	para impulsar la movilidad y comunicación terrestre de la población. Para ello se cuenta con la estrategia F.1.1: Construcción y mantenimiento vial. En donde se tienen las siguientes acciones: • Programa de mantenimiento integral de calles en cada una de la cabecera municipal y las comunidades del municipio que incluya su balizamiento y limpieza permanente. • Gestionar recursos financieros para el mejoramiento de las calles que existen aún sin pavimentar en el municipio. • Rehabilitación de brechas y caminos saca cosechas.	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.5 DECTRETOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIEMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC)

II.5.1 ÁREA NATURAL PROTEGIDA ZICUIRÁN- INFIERNILLO

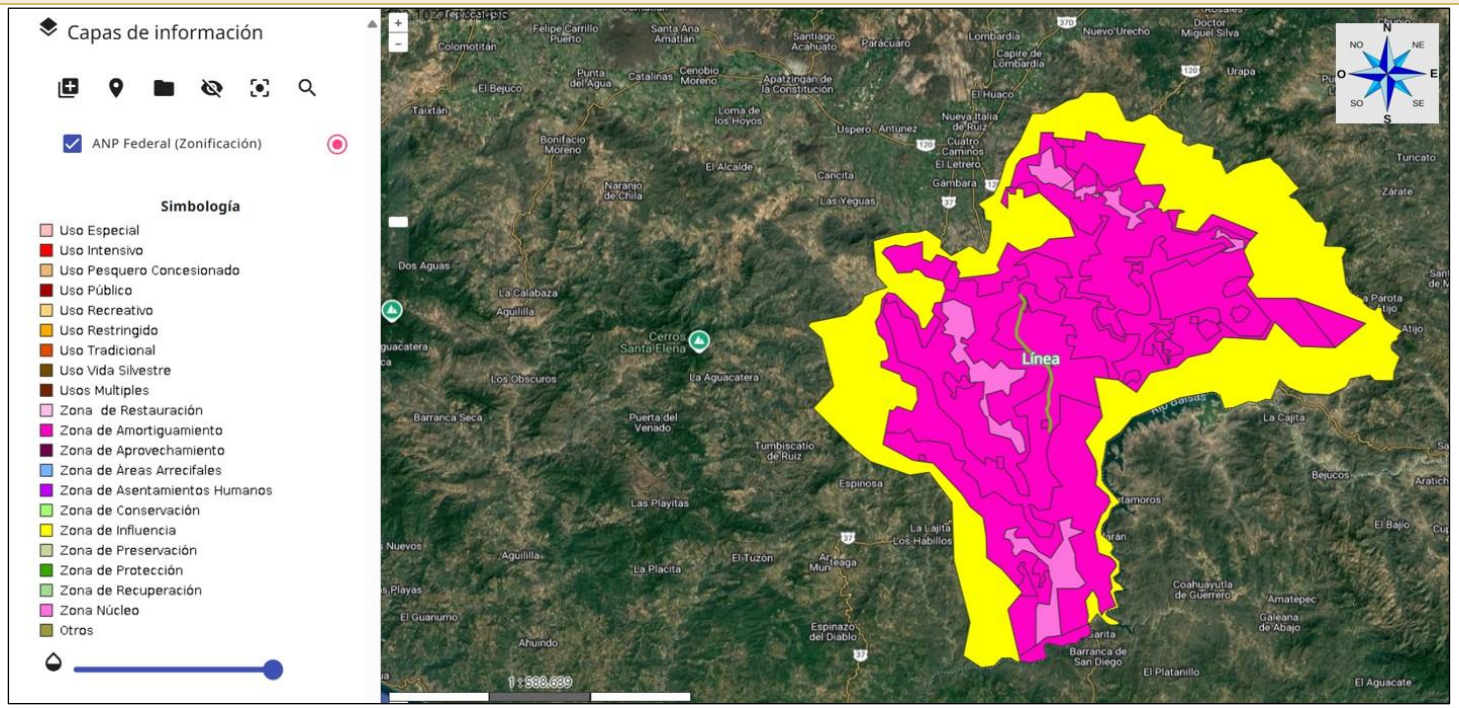


Ilustración 7. Área Natural Protegida Zicuirán – Infiernillo que incide con el Proyecto.

ÁREA NATURAL PROTEGIDA ZICUIRÁN- INFIERNILLO	Como se puede observar el trazo del Proyecto se encuentra en la Zona de Amortiguamiento.	Con la finalidad de dar cabal cumplimiento a las disposiciones establecidas en el Decreto de creación del Área Natural Protegida (ANP), se presenta la

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Y de acuerdo con el decreto de la ANP Zicuirán-Infiernillo en la zona de amortiguamiento se establecen los siguientes artículos. **Artículo Décimo Segundo.-** La zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo estará integrada por subzonas de preservación, uso tradicional, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, de aprovechamiento especial, de uso público, de asentamientos humanos y de recuperación. En las subzonas mencionadas sólo podrán realizarse las actividades que para cada una de ellas prevé Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, emprendidas por las comunidades que ahí habiten o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable y con la vocación natural de las superficies que la integran, de conformidad con lo previsto en la declaratoria, el programa de manejo correspondiente, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables. **Artículo Décimo Tercero.-** Cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la zona de amortiguamiento	presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R) correspondiente al Proyecto “Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, tramo del Km 180+000 al Km 210+900”. La elaboración y presentación de este instrumento ambiental tiene como propósito evaluar de manera integral los posibles impactos ambientales derivados de las obras y actividades proyectadas, así como establecer las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento necesarias para garantizar la protección y conservación de los recursos naturales presentes en el área de influencia del proyecto, en estricto apego a la normatividad ambiental vigente y a los objetivos de conservación del Área Natural Protegida. Asimismo, de manera complementaria a la presentación de la presente MIA-R, se gestionará la opinión técnica de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, autoridad competente en materia de administración y conservación de las Áreas Naturales Protegidas federales, con el fin de verificar la compatibilidad del proyecto con los criterios, lineamientos y disposiciones aplicables al ANP. Lo anterior se realizará con el propósito de integrar todos los elementos técnicos y legales requeridos para la obtención de la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, asegurando que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo bajo criterios de sustentabilidad y respeto al patrimonio natural de la región.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	que comprende la reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo, deberá sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables. Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente**,** en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. **Artículo Décimo Cuarto.-** Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo queda prohibido: **I.** Verter o descargar desechos o cualquier otro tipo de material nocivo en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante; **II.** Realizar actividades cinegéticas, o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre y extracción de tierra de monte y su cubierta vegetal; **III.** Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados; **IV.** Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales; **V.** Usar explosivos, sin la autorización de la autoridad competente; **VI.** Tirar o abandonar residuos;	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	VII. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos o cuerpos de agua, sin la autorización correspondiente; **VIII**. Realizar aprovechamientos forestales, sin la autorización correspondiente; **IX.** Realizar obras o actividades de exploración o explotación mineras, sin la autorización que en materia ambiental se requiera, y **X.** Construir confinamientos para materiales y sustancias peligrosas. Para las autorizaciones a que se refiere el presente artículo, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.	
II.5.1.1 PROGRAMA DE MANEJO RESERVA DE LA BIÓSFERA ZICUIRÁN – INFIERNILLO.	Como se puede observar en el apartado anterior, el trazo del Proyecto se desarrolla en la zona de amortiguamiento y dentro de tres subzonas, por lo que a continuación se presentan las actividades permitidas y no permitidas que se encuentran descritas en el Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Zicuarán – Infiernillo. Zonificación 1: Amortiguamiento. • **Zonificación 2: Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Partes Medias de la Cuenca**. ○ Zonificación 3: Valles de Artega. ○ Zonificación 3.- Pie de Monte Condebaro.	Como podemos observar en la zonificación 2, la actividad propia del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, tramo del Km 180+000 al Km 210+900”. No se encuentra descrito dentro de las áreas permitidas y no permitidas, sin embargo, se recuerda que estos trabajos se realizarán en un área previamente impactada y sobre el derecho de vía de la autopista ya existente. Con relación a la zonificación 2; Asentamientos Humanos Poblados Rurales y Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Zonas Bajas de la Reserva. Se menciona dentro de las actividades permitidas las actividades de obra pública y privada,

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Actividades Permitidas: 1. Actividades productivas de bajo impacto Ambiental. 2. Aprovechamiento forestal 3. Colecta científica 4. Colecta científica 5. Construcción de infraestructura con fines de manejo y operación de la Reserva 6. Educación ambiental 7. Establecimiento de UMA 8. Investigación científica y monitoreo ambiental 9. Fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio 10. Mantenimiento de brechas, caminos y senderos 11. Obras de recuperación de suelos y captación de agua 12. Señalización con fines de manejo y operación de la Reserva 13. Turismo de bajo impacto ambiental **Actividades no permitidas.** 1. Acuacultura 2. Alimentar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre, salvo en las UMA 3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 4. Ampliación de la frontera agrícola 5. Apertura de nuevas brechas y caminos 6. Aprovechamiento de bancos de material 7. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de	así como la apertura de nuevos senderos, brechas o caminos. Por lo que el Proyecto para la ejecución del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se llevaran acciones de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, así como la implementación de medidas de prevención, mitigación, restaurar o compensar los impactos ambientales descritos en el capítulo IV del presente estudio, por otra parte como se comento los trabajos se realizarán sobre el derecho de vía de la vialidad existente.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	desechos orgánicos e inorgánicos, residuos sólidos o líquidos, o cualquier otro tipo de contaminante en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero 8. Construcción de obra pública o privada, salvo con fines de manejo y operación de la Reserva y obras de recuperación de suelos y captación de agua 9. Dejar materiales que impliquen riesgos de incendios en el área 10. Exploración, explotación y beneficio de minerales 11. Ganadería, salvo ganadería semiestabulada 12. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados 13. Remover o extraer material pétreo 14. Turismo 15. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre, salvo colecta, investigación científica y monitoreo ambiental	

	• Zonificación 2: Asentamientos Humanos Poblados Rurales.
	  ○ Zonificación 3: Nuevo centro.
	  ○ Zonificación 3.- Las Cañas.
	Actividades permitidas.
	1. Agricultura
	2. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre bajo el esquema de UMA
	3. Colecta científica
	4. Colecta científica
	5. Construcción de obra pública y privada	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	6. Educación ambiental 7. Establecimiento de UMA 8. Filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio 9. Ganadería estabulada 10. Investigación científica y monitoreo ambiental 11. Mantenimiento de brechas y caminos 12. Señalización con fines de administración y delimitación de la Reserva 13. Turismo 14. Venta de alimentos y artesanías **Actividades no permitidas** 1. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 2. Construir confinamientos para materiales y sustancias peligrosas 3. Dejar materiales que impliquen riesgos de incendios en el área 4. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos o cuerpos de agua, sin la autorización correspondiente 5. Exploración, explotación y beneficio de minerales 6. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados 7. Verter o descargar desechos o cualquier otro tipo de material nocivo en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero	
	• Zonificación 2: Aprovechamiento	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Sustentable de los Ecosistemas Zonas Bajas de la Reserva. ○ Zonificación 3: Valles de Artega. **Actividades permitidas.** 1. Agricultura 2. Apertura de nuevos senderos, brechas o caminos 3. Aprovechamiento forestal 4. Aprovechamiento de bancos de material 5. Colecta científica 6. Colecta científica 7. Construcción de obra pública y privada 8. Educación ambiental 9. Establecimiento de UMA 10. Establecimiento de viveros con especies nativas 11. Filmaciones, actividades de fotografía o capturade imágenes o sonidos por cualquier medio 12. Ganadería 13. Investigación científica y monitoreo ambienta 14. Turismo de bajo impacto ambiental **Actividades no permitidas.** 1. Alimentar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres 3. Apertura de nuevos bancos de material 4. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos inorgánicos, residuos sólidos o	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	líquidos, o cualquier otro tipo de contaminante en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso o acuífero 5. Dejar materiales que impliquen riesgos de incendios en el área 6. Exploración, explotación y beneficio de minerales 7. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados 8. Molestar, capturar, remover, extraer, retener, o apropiarse de vida silvestre y sus productos, salvo colecta, investigación científica y monitoreo ambiental 9. Remover o extraer material pétreo 10. Turismo 11. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre, salvo colecta, investigación científica y monitoreo ambiental.	
II.6 REGIONES PRIORITARIAS		
II.6.1 AREAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES		

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
 Ilustración 8. Área para la Conservación de las Aves “Cuenca Baja del Balsas”.		
AREA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA) CUENCA BAJA DEL BALSAS	La **AICA Cuenca Baja del Balsas (AICA No. 23)** constituye una región prioritaria para la conservación de la avifauna en México, localizada en la porción baja de la cuenca del río Balsas, abarcando áreas de los estados de Michoacán y Guerrero. Esta área forma parte de una de las regiones biogeográficas más importantes del país debido a la presencia de ecosistemas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, vegetación riparia y zonas de transición que albergan una elevada diversidad biológica y un alto grado de endemismo.	Como se puede observar en la imagen anterior el trazo del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, tramo del Km 180+000 al Km 210+900” incide dentro del AICA Cuenca Baja del Balsas, debido a esto, el proyecto considera dentro de su evaluación ambiental la identificación de los hábitats potencialmente utilizados por las especies de aves presentes en la zona de influencia, así como la valoración de los impactos ambientales durante las diferentes etapas, por lo que se ejecutarán las medidas de prevención, mitigación y/o compensación correspondiente, en este caso orientadas a minimizar las afectaciones sobre la

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	La designación de esta AICA responde a la presencia de poblaciones significativas de aves residentes, migratorias y endémicas, varias de ellas incluidas en categorías de protección establecidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, la región constituye un corredor ecológico relevante para especies asociadas a las selvas secas tropicales del occidente de México, consideradas entre los ecosistemas más amenazados y con mayor riqueza biológica del país.	avifauna local, tales como la restricción de actividades de desmonte a las superficies estrictamente necesarias, el rescate de fauna cuando resulte procedente, la capacitación ambiental del personal entre otras. Cabe destacar que el Proyecto se desarrolla principalmente sobre un derecho de vía existente, por lo que las obras se concentran en áreas previamente intervenidas. En este sentido, se considera que el proyecto es compatible con los objetivos generales de conservación del AICA, toda vez que incorpora medidas de manejo ambiental destinadas a evitar impactos significativos sobre las poblaciones de aves y sus hábitats, manteniendo la funcionalidad ecológica de la región.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.6.2 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

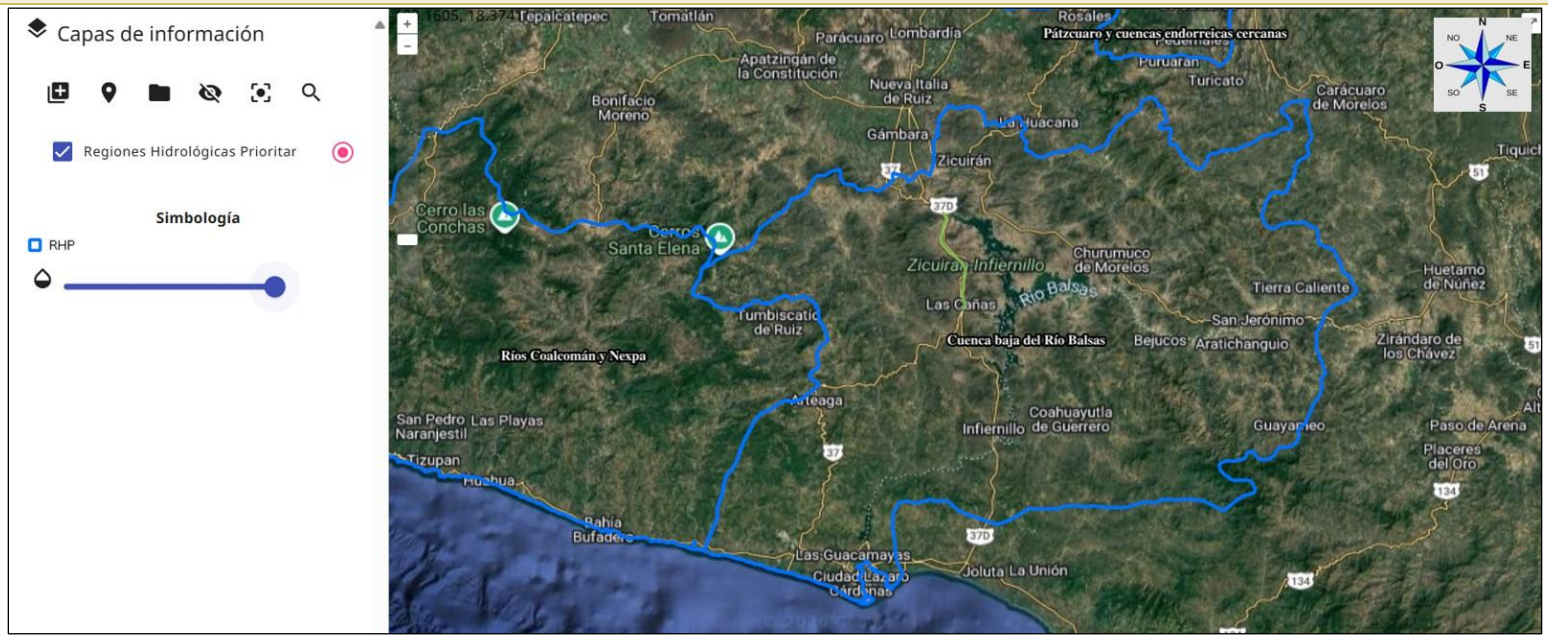


Ilustración 9. Región Hidrológica Prioritaria “Cuenca Baja del Río Balsas”, que incide con el trazo del Proyecto.

REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA NO. 27 “CUENCA BAJA DEL RÍO BALSAS”.	La Región Hidrológica Prioritaria No. 27 “Cuenca Baja del Río Balsas”, identificada por la CONABIO, comprende una superficie aproximada de 11,333 km² en los estados de Michoacán y Guerrero. Esta región destaca por la presencia de importantes sistemas fluviales y cuerpos de agua asociados al río Balsas, así	Como se puede observar en la imagen anterior el Proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 27 Cuenca Baja del Río Balsas, por lo que bajo esta perspectiva se diseñó, la construcción y operación de la autopista en donde se implementarán medidas preventivas, de mitigación, restauración y/o compensación de los impactos ambientales

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	como por su elevada biodiversidad y alto grado de endemismo. Sus ecosistemas incluyen selva baja caducifolia, vegetación riparia, humedales y embalses artificiales que funcionan como hábitat para numerosas especies de flora y fauna de importancia ecológica. Debido a las presiones derivadas de actividades agrícolas, ganaderas, industriales, mineras e hidroeléctricas, la región ha sido catalogada como área prioritaria para la conservación y el manejo sustentable de los recursos hídricos y biológicos.	detectados, los cuales se encuentran descritos en el capítulo IV de la presente, dichas acciones están encaminadas a prevenir y minimizar afectar los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Cabe destacar que también se implementará un Programa de Manejo de Residuos y Programa de Manejo de Sustancias, principales factores de contaminación de cuerpos de agua o mantos acuíferos, por otra parte, se contará con obras de drenaje que serán diseñadas en áreas preexistentes propias de la vialidad actual. Es así como podemos concluir que el Proyecto es compatible con los objetivos de conservación de la Región Hidrológica Prioritaria No. 27 “Cuenca Baja del Río Balsas”, toda vez que no implica la transformación sustancial de los sistemas hidrológicos regionales.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)

II.6.3 REGION TERRESTRE PRIORITARIA



Ilustración 10. Regiones Terrestre Prioritaria Infiernillo, que incide con el trazo del Proyecto.

REGIÓN TERRESTRE PRIORITARIA INFIERNILLO	La Región Terrestre Prioritaria No. 116 "Infiernillo", identificada por la CONABIO, se localiza en los estados de Michoacán y Guerrero y comprende una superficie aproximada de 247,500 hectáreas. La región destaca por la presencia de ecosistemas de selva baja caducifolia y vegetación asociada a la cuenca del río Balsas, los cuales albergan una elevada riqueza biológica y un importante número de especies endémicas. Su relevancia ecológica radica en la conservación de hábitats representativos de las selvas secas tropicales de	Parte del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria Infiernillo por lo que se tiene contemplado la implementación de medidas de prevención, mitigación compensación y/o restauración de impactos ambientales, esto con la finalidad de disminuir el impacto al ecosistema, minimizar la pérdida de cobertura vegetal, reducir la fragmentación del hábitat y proteger a las especies de fauna silvestre presentes en la región. Entre estas acciones se consideran la delimitación precisa de las

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	México, así como en su función como corredor biológico regional. Debido a la presión ejercida por actividades agropecuarias, cambios de uso de suelo y procesos de fragmentación del hábitat, esta región ha sido reconocida como prioritaria para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los procesos ecológicos que sustentan los ecosistemas de la cuenca del Balsas.	áreas de trabajo, la restricción de desmontes a las superficies estrictamente indispensables, la implementación del Programa de Rescate de Flora y Fauna, la creación de Pasos de Fauna, el Programa de Manejo de Residuos y Sustancias, Programa de Conservación de Suelos. Por lo que con la implementación de estas acciones se asegura la permanencia de los procesos ecológicos que caracterizan a esta Región Terrestre Prioritaria. Por lo anterior, se considera que el Proyecto es compatible con los objetivos generales de conservación de la Región Terrestre Prioritaria No. 116 “Infiernillo”
II.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS		
II.7.1 SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	El Proyecto generará aguas residuales por el uso de los sanitarios portátiles, por lo que se contará con empresas que cuenten con los permisos correspondientes para el manejo, traslado y disposición de etas aguas sanitarias
NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El Proyecto dará un mantenimiento periódico a los vehículos automotores que sean utilizados, con el objetivo que las emisiones se encuentren dentro de los parámetros establecidos por esta Norma.
NOM-045-SEMARNAT-2017	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	El Proyecto aplicará un mantenimiento continuo a los vehículos que ocupan este tipo de combustible con la finalidad que las emisiones se encuentren dentro de los parámetros establecidos por esta Norma. Dichos vehículos contarán con la verificación correspondiente.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El Proyecto generará una cantidad mínima de residuos peligrosos derivado de los trabajos y labores vinculadas a la misma, sin embargo, se dará cabal cumplimiento a las disposiciones aplicables en la legislación vigente en materia de residuos peligrosos.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Se aplicarán las medidas de manejo de residuos que actualmente se aplican y que se continuarán implementando a través de los criterios que se establecen en esta Norma Oficial para la determinación de sus protocolos.
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	El Proyecto contará con Programas de Rescate, y Reubicación de Flora y Fauna, dentro de los cuales se enfatizan aquellas especies que pudieran tener algún estatus de protección.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Durante el desarrollo del Proyecto se vigilará que se cumpla con los límites establecidos en esta norma. Y se implementarán medidas de prevención, las cuales se encuentran descritas en el capítulo IV de la presente.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	En el caso de un derrame o fuga accidental de algún hidrocarburo en el suelo en donde se desarrolle el Proyecto, se implementarán las acciones y medidas de urgente aplicación y se procederán a la caracterización y remediación del sitio, en concordancia con esta NOM y la legislación ambiental aplicable.
II.7.2 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.		
NOM-012-SCT-2-2017	Regula las condiciones mínimas de seguridad	Aunque esta norma se centra en el transporte de

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	para el transporte de carga en carreteras federales.	carga, es relevante para el diseño y la ampliación de la vialidad, ya que debe garantizar la seguridad en la infraestructura.
NOM-008-SCT-2-2017	Establece los requisitos técnicos para la señalización de carreteras y puentes.	Esta norma es crucial para asegurar que la señalización en la autopista sea clara y efectiva, facilitando el tránsito y la seguridad de los usuarios.
NOM-086-SCT2-2015	Regula las especificaciones técnicas para el diseño y construcción de pavimentos asfálticos en carreteras.	Define las especificaciones técnicas para el diseño y construcción de pavimentos asfálticos en carreteras es relevante para asegurar que las superficies de la autopista cumplan con los estándares necesarios para el tráfico vehicular.
NOM-034-SCT2-2003	Define los criterios para la conservación y mantenimiento de carreteras.	Proporciona criterios para la conservación y mantenimiento de carreteras. Esta norma es útil para el diseño, planificación y mantenimiento de la autopista, asegurando que se establezcan procedimientos adecuados para su conservación a lo largo del tiempo.
II.7.3 SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL		
NOM-002-STPS-2010.	Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto se implementarán controles de acceso para los trabajadores y demás personas que ingresen a las áreas donde se almacenen, procesen o manejen materiales inflamables. Se prohibirá y evitará que se almacenen materiales o coloquen objetos que obstruyan e interfieran el acceso al equipo contra incendio de acuerdo con lo que indica esta norma.
NOM-004-STPS-1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	Se elaborará y atenderán los resultados obtenidos del estudio para analizar el riesgo potencial generado por la maquinaria y equipo en el que se debe hacer un inventario de todos los factores y condiciones

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
		peligrosas que afecten a la salud del trabajador. Además, se le dará mantenimiento preventivo a toda la maquinaria con la finalidad de mantener esta en óptimas condiciones de operación.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	Se elaborará y mantendrá actualizado el estudio para analizar los riesgos potenciales de sustancias químicas peligrosas presentes en la obra. Se mantendrán actualizados los manuales de procedimientos para el manejo, transporte y almacenamiento seguro de sustancias químicas peligrosas, en los cuales se debe incluir la identificación de los recipientes.
NOM-010-STPS-2014.	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.	Se contará con el estudio actualizado de las sustancias químicas peligrosas; con el reconocimiento de los agentes químicos contaminantes del ambiente laboral; se colocarán los señalamientos de precaución, obligación y prohibición, según corresponda, en la entrada de las áreas donde exista exposición.
NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Se proporcionará a los trabajadores equipo de protección personal que cumpla con las condiciones descritas en esta norma para cada tipo de trabajo que se realice.
NOM-018-STPS-2000.	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Se identificarán los depósitos, recipientes y áreas que contengan sustancias químicas peligrosas o sus residuos, con el señalamiento. Se capacitará y adiestrará al personal sobre en el sistema de identificación y comunicación de peligros y riesgos.
NOM-026-STPS-2008.	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	Se ubicarán las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas, evitando que sean obstruidas o que la eficacia de éstas sea disminuida por la saturación de avisos diferentes a

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
		la prevención de riesgos de trabajo.
II.8 LEYES		
II.8.1 LEYES FEDERALES		
LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN	Artículo 8. Para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios conexos a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.	Los trabajos de la “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900” se realizarán dentro del derecho de vía de la actual Autopista, por lo que es parte de la concesión de la autopista actual.
	Artículo 12. Las concesiones para la construcción, establecimiento o explotación de vías generales de comunicación, sólo se otorgarán a ciudadanos mexicanos o a sociedades constituidas conforme a las leyes del país. Cuando se trate de sociedades, se establecerá en la escritura respectiva, que, para el caso de que tuvieren o llegaren a tener uno o varios socios extranjeros, éstos se considerarán como nacionales respecto de la concesión, obligándose a no invocar, por lo que a ella se refiera, la protección de sus Gobiernos, bajo pena de perder, si lo hicieren, en beneficio de la Nación, todos los bienes que hubieren adquirido para construir, establecer o explotar la vía de comunicación, así como los demás derechos que les otorgue la concesión.	La Promovente ya cuenta con la concesión de la actual vía de comunicación por lo que para los trabajos de la “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.
	Artículo 13. Los individuos o empresas a quienes se otorgue concesión o permiso para construir o explotar vías generales de comunicación,	La Promovente ya cuenta con la concesión de la actual vía de comunicación por lo que el proyecto “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia –

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	llevarán a cabo por sí mismos esa construcción o explotación y no podrán, en ningún caso, organizar sociedades a quienes cedan los derechos adquiridos en la concesión o permiso.	Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, no cederá los derechos adquiridos de la concesión.
	Artículo 40. Las vías generales de comunicación se construirán y establecerán con sujeción a lo dispuesto en el artículo 8o. de esta Ley y a las prevenciones de los reglamentos sobre la materia. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes fijará en cada caso, las condiciones técnicas relacionadas con la seguridad, utilidad especial y eficiencia del servicio que deben satisfacer dichas vías.	La Promovente da cumplimiento a las condiciones establecidas en la concesión, y se encuentra realizando los trámites correspondientes para la “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.
	Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	La Promovente obtendrá la aprobación por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.
LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.	Artículo 6. Se requiere de concesión para construir, operar, explotar, conservar y mantener los caminos y puentes federales. Las concesiones se otorgarán a mexicanos o sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, en los términos que establezcan esta Ley y los reglamentos respectivos…	La Promovente gestionará y obtendrá de las autoridades competentes los correspondientes permisos y aprobación para el Proyecto de “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.
	Artículo 8. Se requiere permiso otorgado por la	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Secretaría para: I.… IX. La construcción, modificación o ampliación de las obras en el derecho de vía;	
	Artículo 23. No podrán ejecutarse trabajos de construcción o reconstrucción en los caminos y puentes concesionados, sin la previa aprobación por la Secretaría, de los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que pretendan ejecutarse…	
	Artículo 32. No podrán abrirse al uso público los caminos y puentes que se construyan, sin que previamente la Secretaría constate que su construcción se ajustó al Proyecto y especificaciones aprobadas y que cuenta con los señalamientos establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente.	La Promovente abrirá al uso público el Proyecto “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”, una vez que la Secretaría constate que la ampliación se ajustó a las especificaciones necesarias y que cuenta con los señalamientos establecidos en las normas oficiales mexicanas: NOM-034-SCT2-2003, NOM-086-SCT2-2004 y NOM-086-SCT2-2004.
LEY DE AGUAS NACIONALES	Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	Durante el desarrollo del Proyecto no se depositar en cuerpos receptores, descargas de aguas residuales, sustancias, residuos u algún otro contaminante. El en caso de las aguas residuales provenientes de los sanitarios portátiles, se contará con empresas autorizadas para el manejo, traslado y disposición de estas aguas, por lo que estas aguas deberán de cumplir con los parámetros establecidos en las normas además de ser depositados en sitios autorizados.
	Artículo 88. Las personas físicas o morales	La empresas que realicen las descargas de las aguas

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.	residuales contarán con los permisos y autorizaciones correspondientes.
	Artículo 117. El Ejecutivo Federal por sí o a través de la Comisión podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona federal de la infraestructura hidráulica, en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones. Los estados, el Distrito Federal, los municipios o en su caso los particulares interesados en los terrenos a que se refiere este Artículo deberán presentar a "la Comisión" para su aprobación el proyecto para realizar las obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal…	La Promovente obtendrá de la Comisión Nacional de Agua la aprobación del Proyecto para realizar las obras de control y las que sean necesarias para la ejecución de la “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”.
LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.	Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y	En primera instancia se contará con el Programa de Manejo de los diferentes tipos de residuos que se generarán durante las diferentes etapas del Proyecto.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos generados por las actividades serán subclasificados en orgánicos e inorgánicos y serán depositados en contenedores debidamente señalizados para tal fin.
	Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: … VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;	Durante el desarrollo del Proyecto se generarán residuos de manejo especial los cuales serán almacenados, transportados y dispuestos por empresas autorizadas y en sitios autorizados para tal fin.
	Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.	Como se mencionó anteriormente se contará con un procedimiento para el manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición de los diferentes residuos generados, en el caso de los residuos peligrosos generados durante ejecución del Proyecto serán almacenados en un área que cumpla con lo establecido en esta Ley y su reglamento; Asimismo, se transportarán y se dispondrán con empresas debidamente autorizadas por la autoridad competente.
	Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se construirá un almacén temporal de residuos que cumpla con lo establecido en la ley y el reglamento. Dicho almacén tendrá que ser colocado dentro del derecho de vía área del proyecto.
	Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	La Promovente se dará de alta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales, como generador de residuos peligrosos en la categoría correspondiente.
	Artículo 45. Los generadores de residuos	La Promovente implementará el Programa para el

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, la aplicación correcta del programa será supervisado para evitar la posible contaminación.
LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE	Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	La Promovente implementará las medidas de prevención y mitigación en todas las etapas del Proyecto, destinadas exclusivamente a minimizar los efectos negativos que puedan ser generados y que afecten la vida silvestre y su hábitat, además se contará con un Programa para el Rescate y Reubicación de Flora y Fauna.
	Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	La Promovente elaborará y aplicará el Programa para el Rescate y Reubicación de especies, que incluirá actividades que disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
II.8.2 LEYES ESTATALES		
LEY DE DERECHOS, EL BIENESTAR Y PROTECCIÓN DE LOS ANIMALES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.	Artículo 31. Los ejemplares contemplados en las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas, estarán protegidos por las disposiciones establecidas en el presente ordenamiento, la legislación federal y las medidas dispuestas por las autoridades correspondientes	Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo, previo y durante los trabajos se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna que será necesario reubicar, tomando en cuenta lo que indica la Ley General de Vida Silvestre y esta ley.
	Artículo 55. Para el traslado de los animales no humanos deberán observarse las leyes y reglamentos de la materia, así como las disposiciones siguientes: I. El transporte por acarreo o en cualquier tipo de vehículo deberá hacerse, preferentemente por la noche y siempre con procedimientos que no representen peligro, crueldad, malos tratos, fatiga extrema o carencia de descanso, bebida o alimentación; II. Queda estrictamente prohibido trasladar animales no humanos, por arrastre, suspensión los miembros superiores o inferiores, en costales o cajuelas de automóviles. Tratándose de aves, con las alas cruzadas; III. En el caso de los animales no humanos más pequeños, las transportadoras deberán ser amplias, ventiladas, sólidas y resistentes; IV. Las operaciones de carga y descarga deberán hacerse sin maltratar a los ejemplares; y, V. En el caso de animales no humanos transportados que fueran detenidos en su camino o arribo al lugar destinado por complicaciones accidentales, fortuitas o administrativas, se procurará proporcionarles	El Programa de Rescate y Reubicación de Fauna se realizará de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, tomando en cuenta el trato digno de los ejemplares, dicho Programa tomará en cuenta las características morfológicas del organismo, tanto de especie, grupo o estado de salud de este, siempre asegurando el bienestar de este.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	alojamiento amplio y ventilado, abrevaderos y alimentos hasta que sea solucionado el conflicto y pueda proseguir el traslado.	
	Artículo 60. Nadie puede sacrificar a un animal no humano en la vía pública, salvo por motivos de peligro inminente para las personas o para evitar el sufrimiento innecesario del mismo.	Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, por lo que en dicho programa se describirán las acciones a seguir en caso de peligro, a su vez se capacitará al personal con la finalidad no tener que sacrificar a ningún ejemplar.
LEY PARA LA CONSERVACIÓN Y SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.	Artículo 121. Todas las personas están obligadas a cumplir con los requisitos y límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, subsuelo, redes de drenaje y alcantarillado y cuerpos receptores del Estado establecidos por las normas aplicables o las condiciones específicas que emita la Secretaría, a utilizar los equipos, dispositivos y sistemas de reducción de emisiones que determine la Secretaría, así como el uso de las mejores técnicas disponibles. Quedan comprendidos la generación de residuos sólidos, de contaminantes visuales y de la emisión de contaminantes de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, gases, partículas y olores, de acuerdo con las disposiciones jurídicas aplicables.	Durante las diferentes etapas del Proyecto se implementarán medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales descritos en el capítulo IV de la presente, aunado a esto se vigilará siempre que no se rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes descritos en las Normas Oficiales Mexicanas, esto con la finalidad de dar pleno cumplimiento a este artículo.
	Artículo 125. Para la prevención y control de la contaminación del agua, en observancia de las Normas Oficiales Mexicanas en la materia y las Leyes emitidas por el Congreso de la Unión, las autoridades en la materia deberán garantizar los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para	Durante las etapas del Proyecto todas las sustancias y residuos que se generen serán manejados, almacenados o dispuestos conforme a las leyes y reglamentos correspondientes, además se prohibirá el vertimiento de sustancias y residuos en cuerpos de agua o suelo, en el caso de la disposición de aguas residuales sanitarias, estas serán manejadas,

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas de la Entidad; II. Corresponde a toda la sociedad, prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo para mantener el Buen Estado Ecológico de las aguas; III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de contaminarla conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas mediante las Mejores Técnicas Disponibles, ya sea para su reúso o para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener la funcionalidad de los ecosistemas; IV. Las aguas residuales de origen urbano, deben recibir tratamiento mediante las Mejores Técnicas Disponibles previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las del subsuelo…	transportadas y dispuestas con empresas y sitios autorizados.
	Artículo 145. Queda prohibida la quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos o de manejo especial, salvo cuando se realice bajo estricta autorización de la Secretaría, de lo contrario la Procuraduría valorará si procede sanción alguna, que para los términos de la presente actividad y si se determina una multa, sólo se considerará la infracción grave o muy grave	Se tendrá la prohibición de quema de cualquier tipo de residuo, por lo que estos residuos serán clasificados, almacenados y dispuestos en sitios autorizados.
	Artículo 150. Los vehículos automotores ostensiblemente contaminantes y los que a través de una verificación presenten niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera que	En el caso de los vehículos estos no rebasarán los límites máximos de emisiones contaminantes descritos en las normas correspondientes, para ello se realizará la verificación vehicular de estos, en el caso en donde

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	rebasan los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y normas ambientales estatales, deberán ajustarse a lo establecido en la Ley, el Reglamento, Ley de Tránsito y Vialidad del Estado y su Reglamento, y los Programas aplicables, pudiendo limitar la circulación en el territorio de la Entidad	estos límites se rebasen, se realizará el mantenimiento correctivo de las unidades con la finalidad de obtener dicha verificación favorable.
	Artículo 162. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, cuando rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas o en las normas ambientales estatales. En la operación o funcionamiento de instalaciones que generen ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales, deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el ambiente. Debiendo presentar la manifestación de impacto ambiental en términos de esta Ley. … Los responsables de fuentes fijas y móviles que contaminen por emisión de ruido o vibraciones, energía térmica, lumínica y olores, estarán obligados a utilizar equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas oficiales	Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales descritos en el capítulo IV de la presente, por lo que se vigilará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes descritos en este artículo.
	Artículo 164. Se entiende por contaminación visual aquellas alteraciones causadas al paisaje natural e imagen urbana, que a simple vista permitan advertir modificaciones o daños no atribuibles a procesos naturales. En la	Se implementarán las acciones preventivas, de mitigación o compensación con la finalidad de evitar la contaminación visual durante las diferentes etapas del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	construcción de obras o instalaciones que generen contaminación visual, así como en su operación y funcionamiento, se deberán realizar acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de dicha contaminación, conforme a lo dispuesto en la normativa aplicable	Km 180+000 al Km 210+900”.
	Artículo 172. Los programas de contingencia ambiental establecerán las condiciones bajo las cuales permanecerán vigentes las medidas y los términos en que podrán prorrogarse, así como las condiciones y supuestos de exención. Los responsables de fuentes de contaminación estarán obligados a cumplir con las medidas de prevención y control establecidas en los programas de contingencia correspondientes.	En el caso en donde se emita el comunicado de contingencia ambiental, se implementarán las acciones que indique el Programa de Contingencia Ambiental y tengan relación con el Proyecto.
LEY DE MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.	Artículo 154. El Estado y los municipios establecerán que las obras de infraestructura urbana sean diseñadas y ejecutadas bajo la jerarquía de la movilidad, los principios y criterios establecidos en la presente Ley, priorizando aquéllas que atiendan a personas peatonas, vehículos no motorizados y transporte público, de conformidad con las necesidades de cada territorio Los estándares de diseño vial y dispositivos de control del tránsito deberán ser definidos en concordancia con las Normas Oficiales Mexicanas y manuales expedidos para tal efecto.	Con relación al diseño, señalización y otros aspectos constructivos de la ampliación de la autopista, se dará pleno cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la SCT, con la finalidad que la vialidad sea segura al transitar.
	Artículo 157. Los proyectos para la construcción de vialidades en el Estado deberán considerar espacios de calidad y con accesibilidad universal para la circulación, apegados a la jerarquía de movilidad y a los principios establecidos en la	Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo es que se presenta esta MIA ante la SEMARNAT y en su caso se buscará el visto bueno por parte se la SCT.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	presente Ley y deberán estar sustentados con la función de habitabilidad, y su estudio de impacto ambiental y movilidad validados por las autoridades competentes.	
LEY PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	Artículo 28. Toda persona que genere residuos tiene la propiedad y responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección, o depositados en los contenedores o sitios autorizados para tal efecto por la autoridad competente	La Promovente implementará el Programa de Manejo de Residuos, en donde se establecen las acciones, para el manejo, almacenamiento y disposición de estos.
	Artículo 31. Es responsabilidad de toda persona, en el Estado: I. Separar, prevenir y reducir la generación de los residuos; II. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos; III. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas; IV. Almacenar los residuos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales para evitar daño a terceros y facilitar la recolección; V. Poner en conocimiento de las autoridades competentes, las infracciones que se estime se hubieran cometido contra la normatividad de los residuos; Todo consumidor estará obligado a entregar el residuo de un producto prioritario al respectivo sistema de gestión integral, bajo las condiciones básicas establecidas por éstos e informadas a todos los involucrados. Sin perjuicio de lo anterior, los consumidores industriales podrán valorizar, por sí mismos o a través de gestores autorizados, los residuos de productos prioritarios que generen. En este caso, deberán informar al encargado del Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de	Como se mencionó anteriormente, se contará con el Programa de Manejo de Residuos, dicho programa estará baso en el cumplimiento de estos artículos y los artículos aplicables a nivel federal.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	Residuos Urbanos sobre la valorización efectuada…	
	Artículo 32. Queda prohibido por cualquier motivo: I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas y en general en sitios no autorizados, residuos de cualquier especie; II. Depositar animales muertos, residuos que despidan olores desagradables o aquellos provenientes de la construcción en los contenedores instalados en la vía pública para el arrojo temporal de residuos de los transeúntes; III. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de residuos; IV. Arrojar o abandonar en lotes baldíos a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, residuos de cualquier especie; V. Pepenar residuos de los recipientes instalados en la vía pública y dentro de los sitios de disposición final y sus alrededores; VI. Instalar contenedores de residuos en lugares no autorizados; VII. Fomentar o crear basureros clandestinos; VIII. Tratar térmicamente los residuos recolectados, sin considerar las disposiciones jurídicas aplicables; IX. Diluir o mezclar residuos que generen un riesgo para la salud pública y el medio ambiente, en cualquier líquido y verterlo al sistema de alcantarillado, cuerpo de agua y sobre suelos con o sin cubierta vegetal; y, X. Confinar o depositar en sitios de disposición final residuos en estado líquido o con contenidos líquidos que excedan los máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas o	Durante las diferentes etapas del Proyecto se vigilará que no se depositen los residuos en áreas no designadas para esto, no se realizaran quemas a cielo abierto, no se permitirá diluir o mezclar residuos, depositar residuos sólidos o líquidos sobre el suelo o corrientes de agua.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	las Normas Ambientales Estatales. Las violaciones a lo establecido en este artículo se sancionarán de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en los demás ordenamientos jurídicos aplicables.	
	Artículos 33. Los propietarios, directores responsables de obra, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables solidarios en caso de provocarse la diseminación de materiales, escombros y cualquier otra clase de residuos, así como su mezcla con otros residuos	La Promovente se da por enterada de esta disposición.
	Artículo 42. Todo generador de residuos debe separarlos dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales y similares en sanitarios, orgánicos y reciclables. Estos residuos, deben depositarse en el contenedor correspondiente, para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos valorizables directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje. El Reglamento definirá la subclasificación que deberá aplicar para la separación obligatoria de residuos, con base a las disposiciones del presente artículo para cada una de las clasificaciones establecidas, así como para los distintos tipos de generadores	Los tres tipos de residuos que se generarán, es decir: residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos serán separados desde su origen y serán depositados en contenedores adecuados para cada tipo, dependiendo de su volumen de generación, en el caso de los residuos sólidos urbanos, se buscara una separación secundaria, con la finalidad de reutilizar o reciclar los residuos que por sus características lo permita.
	Artículo 44. Los residuos de manejo especial deberán separarse conforme a la clasificación	En el caso de los residuos de manejo especial que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	establecida en la presente Ley, dentro de las instalaciones donde se generen, así como en las plantas de selección y tratamiento, con la finalidad de identificar aquellos que sean susceptibles de valorización	serán subclasificadas y se enviarán con empresas que cuenten con los permisos y autorizaciones para su transporte y en su caso para su disposición final.
	Artículo 50. Las personas físicas o morales que generen residuos urbanos o de manejo especial, tienen responsabilidad del residuo en todo su ciclo de vida, incluso durante su manejo, recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, de conformidad con lo establecido en esta Ley y demás ordenamientos aplicables, en el entendido de que dicha responsabilidad será transferida de conformidad con lo siguiente. I. Una vez que los residuos urbanos o de manejo especial han sido transferidos al servicio de limpia o a empresas registradas ante las autoridades competentes para dar servicios a terceros relacionados con su recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final, la responsabilidad de su manejo ambientalmente adecuado, se transferirá a éstos, según corresponda; y, II. Cuando un generador transfiera sus residuos a una persona física o moral autorizada, debe asegurarse de que ésta no haga un manejo inadecuado de dichos residuos, soslayando las disposiciones legales aplicables, para evitar que con ello se ocasionen daños a la salud pública y al ambiente, a través de contratos y comprobaciones de que los residuos llegaron a un destino final autorizado; en caso contrario, podrá ser	Para verificar la trazabilidad de la disposición de los residuos se contará con los manifiestos de transporte y disposición de los residuos generados. Cabe destacar que en el Programa de Manejo de Residuos se describirá detalladamente cual será el manejo, almacenamiento y disposición de cada tipo de residuo.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	considerado como responsable solidario de los daños al ambiente y a la salud pública que pueda ocasionar dicha empresa por el manejo inadecuado de sus residuos, y a las sanciones que resulten aplicables de conformidad con éste y otros ordenamientos. Quedan exentos de esta disposición, los usuarios del servicio público de recolección municipal, así como los microgeneradores de residuos	
	Artículo 56. Toda persona deberá procurar el mejor aprovechamiento y utilidad de los residuos. Para tal efecto en sus actividades domiciliarias, industriales, comerciales o de servicios buscará reutilizar los residuos que genere.	Los residuos que sean susceptibles de reutilización o reciclaje serán utilizados de esta forma.
	Artículo 59. La recolección de residuos de manejo especial es obligación de sus generadores, quienes podrán contratar con una empresa de servicio de manejo, la realización de esta etapa	Se contará con empresas que cuenten con los permisos y autorizaciones para el transporte y recepción de los residuos.
	Artículo 61. La transportación de residuos urbanos se realizará con la autorización de las autoridades municipales; en el caso de los residuos de manejo especial competerá a las autoridades estatales…	
	Artículo 68. Es responsabilidad de toda persona que genere y maneje residuos, cumplir con los requisitos y límites de emisiones contaminantes a la atmósfera, agua, suelo, subsuelo, redes de drenaje y alcantarillado y cuerpos receptores, establecidos por las normas aplicables o las condiciones particulares de descarga que emita la autoridad competente.	Se vigilará que se cumpla con los límites máximos de contaminantes establecidos en las normas correspondientes.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
II.9 REGLAMENTOS		
II.9.1 REGLAMENTOS FEDERALES		
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en material de impacto ambiental: … B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales… O) Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	Toda vez que el proyecto consiste en una vía general de comunicación, la Promovente en cumplimiento a los incisos B de este artículo, presenta ante la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos y Naturales (SEMARNAT) la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-R) para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental del Proyecto “Ampliación de dos a cuatro Carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 180+000 al Km 210+900”. Asimismo, la Promovente en cumplimiento al inciso O de este artículo, efectuará el estudio técnico justificativo (ETJ) para solicitar ante la SEMARTAN el cambio de uso de suelo para el proyecto.
	Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del Proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	Se presenta mediante este estudio la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, con la finalidad de obtener la autorización correspondiente.
	Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. …; y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en	

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	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.	
	Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.	
	Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	
	Artículo 27.- Cuando se realicen modificaciones al proyecto de obra o actividad durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, el promovente deberá hacerlas del conocimiento de la Secretaría…	La Promovente avisará a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el caso que se realicen modificaciones al proyecto durante el procedimiento de evaluación del impacto ambiental y acatará los términos y condicionantes que ésta emita.
	Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría,	En caso de que la Promovente pretenda realizar modificaciones al Proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, se someterá a consideración a la SEMARNAT y acatará los términos y condicionantes que ésta emita al

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
		respecto.
REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES.	Artículo 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	El Proyecto no tiene contemplado realizar ningún tipo de descargas de aguas residuales, las aguas residuales generadas serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
	Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Durante las diferentes etapas del Proyecto la promovente implementará Programas para el manejo de sustancias, de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, para evitar contaminación del agua superficial o subterránea. Tal como se describe en el capítulo IV de la presente.
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán: I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen; II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; III. Envasar los residuos peligrosos generados de	El manejo que se prevé para los residuos de este tipo por parte de la Promovente plantea las siguientes acciones: Se contará con el Programa de Manejo de Residuos. Los residuos peligrosos serán etiquetados y almacenados de acuerdo con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento; serán enviados para su disposición final con proveedores autorizados. Se llevará un registro de los residuos a través de una bitácora de residuos peligrosos, de los manifiestos de entrega y recepción de estos, así como de las autorizaciones de los proveedores para la disposición

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes; IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables; V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el Artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley; VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable; VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes; VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de	final de los mismos. Los residuos serán recolectados por empresas especialista y autorizadas por la SEMARNAT para su disposición final en sitios autorizados.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	los residuos peligrosos, IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.	
	Artículo 129.- Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes. Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.	En caso fortuito de que se generé un derrame por alguna sustancia o residuos peligros que produzca contaminación por hidrocarburos al suelo que no excedan de un metro cúbico, la Promovente aplicará de manera inmediata acciones para minimizar, limitar su dispersión, recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras; dichas actividades estarán descritas en el Programa para el manejo de Sustancia y Residuos peligrosos, así como en el Programa de Manejo de Residuos. En caso de derrames mayores la Promovente procederá realizar la caracterización y el programa de remediación correspondiente, apegándose a las instrucciones de la SEMARNAT.
II.9.2 REGLAMENTOS ESTATALES		
REGLAMENTO DE LA LEY DE DERECHOS Y PROTECCIÓN PARA LOS ANIMALES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.	Artículo 23. Toda persona física tiene la obligación cívica de avisar a la autoridad competente, la existencia de animales muertos en la vía pública, para que se proceda en términos del artículo 12 fracción V de la Ley; además serán sancionadas, conforme a este Reglamento, las personas físicas que sean sorprendidas abandonando el cadáver de un animal en la vía pública.	En el caso de detectarse un cadáver de algún animal dentro del área de trabajo se le avisará a la autoridad competente con la finalidad de actuar de acuerdo con lo que indique esta.
	Artículo 25. La caza, pesca y captura de	Para el caso del manejo de animales, se contará con

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	cualquier especie de fauna silvestre en el Estado, de conformidad a lo establecido por el artículo 35 de la Ley, deberá estar regulada por la Secretaría, en coordinación con las Autoridades Federales correspondientes que tengan como finalidad el desarrollo de programas de conservación ex situ, y aquellas excepciones contempladas en las disposiciones jurídicas aplicables.	el Programa de Rescate de Fauna, por lo que se buscará que este programa este autorizado por la dependencia correspondiente.
REGLAMENTO DE LA LEY AMBIENTAL Y DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO.	Artículo 257. Todo Propietario de vehículo automotor deberá someterlo a Verificación de Emisiones contaminantes, en el período y en el Centro de Verificación Vehicular autorizado que corresponda, conforme al Programa vigente; debiendo cubrir el costo que por este concepto establezca el mismo.	Todos los vehículos con los que se cuente para el desarrollo del Proyecto contarán con sus verificaciones vehiculares.
	Artículo 292. Los responsables de la operación o funcionamiento de instalaciones y fuentes emisoras que generen Ruido, deberán presentar un informe de medición de Ruido en los casos siguientes: I. Cuando los resultados de la medición sean menores en un 10% del límite máximo permisible de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana aplicable, presentarán el informe en forma trimestral a la Secretaría, en caso contrario se presentará el informe anual; II. Cuando por disposición de la Secretaría sea necesario integrar el informe a la evaluación de Impacto ambiental de la obra o actividad de que se trate; III. Cuando se modifique la operación o funcionamiento de las instalaciones y fuentes emisoras que fueron evaluadas por la Secretaría; y, IV. Cuando la Procuraduría lo requiera dentro	Se realizarán las mediciones sonoras con la finalidad de verificar que no se rebasen los límites máximos permisibles, en el caso en donde se rebasen estos límites se implementarán acciones con la finalidad de cumplir con lo indicado en la norma correspondiente.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	de los procedimientos de inspección y vigilancia.	
	Artículo 302. Toda persona física o moral, pública o privada que realice actividades comerciales, industriales, de servicios o de cualquier otro tipo, que por su naturaleza produzcan emisiones de Vibraciones, energía térmica y electromagnética, perjudiciales al ambiente que afecten a la población deberán poner en práctica las Medidas correctivas indicadas por la autoridad competente, y las Normas Oficiales Mexicanas además de instalar los dispositivos y aislamientos necesarios para reducir dichas emisiones a niveles tolerables o en su caso proceder a su reubicación.	Con la finalidad de dar cumplimiento a este artículo se contará con medidas de prevención, mitigación y/o restauración de los impactos ambientales, los cuales se encuentran descritos en el capítulo IV de la presente, esto con la finalidad de dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.
	Artículo 336. Los pequeños y grandes generadores de Residuos de Manejo Especial, así como las empresas de servicios de manejo que realicen cualquiera de las etapas del Manejo integral deberán observar las siguientes disposiciones en lo que les sea aplicable: I. Elaborar de acuerdo al formato establecido por la Secretaría, una bitácora anual de registro que refleje el manejo de los residuos; II. Separar en sitio los residuos, de acuerdo a la clasificación establecida en el artículo 136 de la Ley y a los tipos básicos y especificaciones que se prevean en el presente Reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas y Ambientales Estatales que con ese fin sean expedidas; III. Acopiar los residuos en contenedores, envases o embalajes que reúnan las condiciones previstas en este Reglamento, en las Normas Oficiales Mexicanas o en las Normas Ambientales Estatales	Se contará con el Programa para el Manejo, almacenamiento y disposición de los diferentes tipos de residuos generados, dicho programa describirá detalladamente cada uno de los pasos a realizarse con la finalidad de dar cumplimiento a los descrito en este artículo, las leyes, reglamentos federales y estatales correspondientes.

Nombre del Instrumento Jurídico	Disposiciones y Restricciones Aplicables al Proyecto en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o Cumplimiento del Proyecto (Argumentos jurídicos ó Técnicos, Acciones o Actividades de Como el Proyecto se Ajustará al Instrumento)
	correspondientes; IV. Almacenar los residuos en áreas que reúnan los requisitos y condiciones que se establezcan en el presente Reglamento y demás normatividad aplicable; V. Trasladar o transportar los residuos de acuerdo a lo establecido en el presente Reglamento, en las Normas Oficiales Mexicanas y Ambientales Estatales que para ese efecto se expidan y la demás normatividad que resulte aplicable; VI. Co-procesar, tratar, reciclar o dar la Disposición Final en su caso, a los residuos observando las disposiciones jurídicas aplicables; VII. Generar un reporte anual del manejo dado a los residuos, con base en la bitácora anual de registro a que hace referencia el presente artículo, mismo que deberá presentar a la Secretaría en el formato que éste determine dentro del primer bimestre de cada año; y, VIII. Las demás que señalen las disposiciones normativas ambientales aplicables.	
	Artículo 344. Los Residuos de Manejo Especial no deberán permanecer almacenados por un período mayor a ciento ochenta días naturales, sin que sean reutilizados o sometidos a Coprocesamiento, reciclaje, tratamiento o Disposición Final	La Promovente se da por enterada de esta disposición.

II.10 LOCALIDAD (ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O ZONA DE INFLUENCIA.

De acuerdo con la consulta realizada en el Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, y de acuerdo con el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afroamericanas, el Proyecto no incide con este tipo de comunidades como se muestra a continuación.

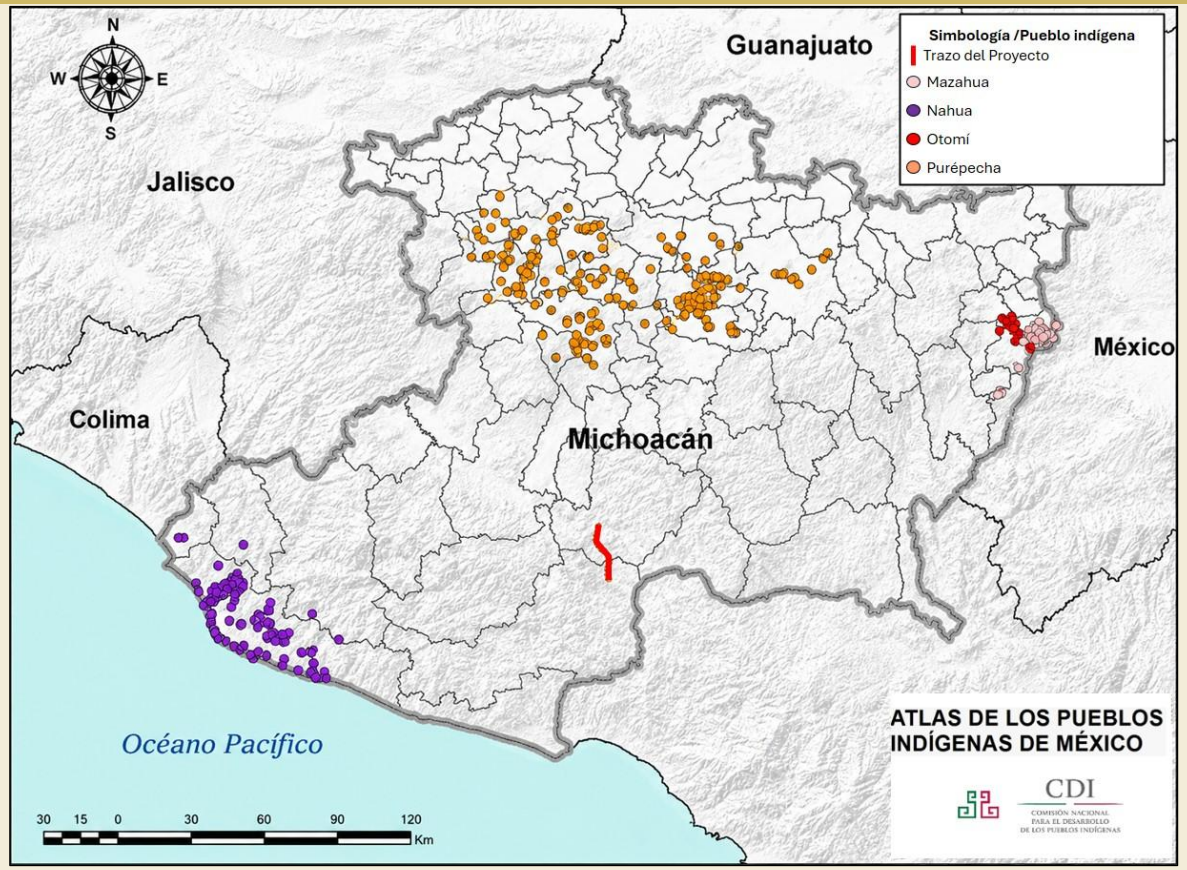


Ilustración 11. Pueblos indígenas próximos al sitio del Proyecto.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Contenido

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 3

III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto..... 3

III.1.1. Criterios para delimitación 5

III.1.1.1. Superficie de la Región Ecológica 8

III.1.2. Delimitación del Área de Influencia 8

III.2 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas 9

III.2.1 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica. 20

III.2.2.1 Medio abiótico 23

III.2.2.2. Medio Biótico 39

III.2.2.2.1 Vegetación 39

III.2.2.2.2 Fauna 83

III.2.2.3 Medio socioeconómico 170

III.2.2.3.1 Contexto Regional y local del proyecto 170

III.2.2.3.1 Paisaje 178

III.3 Diagnóstico ambiental 182

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

A continuación se presenta la delimitación, descripción, caracterización y diagnóstico de la región ecológica de acuerdo con el Artículo 3 fracción XXXI de la LGEEPA, y considerando los ecosistemas que se circunscriben y los elementos del ambiente (bióticos, abióticos, económicos y sociales) que los conforman, identificando, describiendo y analizando las relaciones de interdependencia entre dichos elementos, así como las problemáticas ambientales existentes a las que se sumarán los efectos de los impactos ambientales que generarán las obras y actividades para la realización del Proyecto.

III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto.

La delimitación de la Región Ecológica (RE) se realizó con el propósito de definir la unidad territorial dentro de la cual se evaluarán los impactos ambientales asociados al proyecto, garantizando que dicha unidad represente un sistema continuo desde el punto de vista ecológico, hidrológico y territorial, y que sea congruente con la dinámica de los procesos ambientales que caracterizan la región.

El enfoque adoptado se fundamenta principalmente en en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Zicuarán-Infiernillo, ya que el proyecto incide completamente dentro de esta área, lo que permite su análisis como una región ecológica única.

La delimitación se sustentó en un análisis multiescalar, en el que inicialmente se consideró la planeación y regulación, basado en el conocimiento de la problemática de la ANP, sus ecosistemas y uso sustentable.

El análisis espacial se desarrolló mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, empleando el software QGIS, a través del cual se integró y procesó información cartográfica proveniente del Programa de Manejo, y las capas temáticas disponibles en el SIGEIA. La integración de estas fuentes permitió evaluar la coherencia espacial entre

variables ambientales, lo cual es indicativo de una delimitación sustentada en criterios técnicos verificables.

Con base en la integración y análisis de la información, se definió un polígono preliminar de la RE, el cual fue ajustado en campo, lo que permitió confirmar las unidades geográficas que por sus características de uso y conservación, son sujetas a políticas de manejo distintas, denominadas subzonas, en las que se señalan las actividades permitidas y no permitidas para cada una de ellas, en concordancia con el apartado denominado Reglas Administrativas, a las que deberán sujetarse las obras y actividades que se realicen en el área, todo ello acorde con las disposiciones jurídicas aplicables.

Como resultado, el polígono final de la RE representa una unidad territorial continua, coherente con el Programa de Manejo y la dinámica ambiental de la región y adecuada para analizar los efectos del proyecto en sus distintas etapas, lo cual es indicativo de su pertinencia como base para la evaluación del impacto ambiental.

III.1.1. Criterios para delimitación

La delimitación de la Región Ecológica (RE) se llevó a cabo mediante el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Zicuarán-Infiernillo, debido a que es el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo.

Es por tal motivo que el primer paso fue identificar en que Zona se ubica el proyecto, por lo que, de acuerdo con la cartografía del programa, el proyecto se ubica dentro de una zona de amortiguamiento, y en la subzonificación de aprovechamiento, tal como se muestra en la Figura 1.

Validación con SIGEIA

Como parte del proceso metodológico, la delimitación de la RE fue sometida a un ejercicio de validación espacial mediante su contrastación con cartografía oficial disponible en el SIGEIA, así como con capas temáticas de INEGI. Este análisis incluyó la superposición del polígono con información de uso de suelo y vegetación, unidades hidrológicas, provincias fisiográficas y variables climáticas, con el fin de evaluar su consistencia interna y su correspondencia con unidades territoriales reconocidas.

Los resultados de esta validación confirman que la RE delimitada mantiene continuidad espacial con los sistemas ambientales predominantes de la región, evitando la fragmentación de procesos clave como el escurrimiento superficial, la conectividad ecológica y la dinámica geomorfológica. Asimismo, la correspondencia entre el polígono y los patrones de ocupación del territorio es indicativaa de que los límites definidos responden a condiciones reales del medio físico. En el siguiente apartado se detalla la caracterización del Medio Abiótico de la RE y el Proyecto.

Derivado del análisis espacial y la aplicación integrada de los criterios descritos, se obtuvo un polígono final de la RE que presenta coherencia ecológica, funcionalidad territorial y congruencia cartográfica. Este polígono se encuentra georreferenciado en sistema de proyección UTM (WGS84, zona correspondiente), e integra unidades de paisaje completas, permitiendo interpretar el territorio como una unidad funcional adecuada para la evaluación de impactos ambientales.

Tabla 1. Coordenadas de la Región Ecológica (RE)

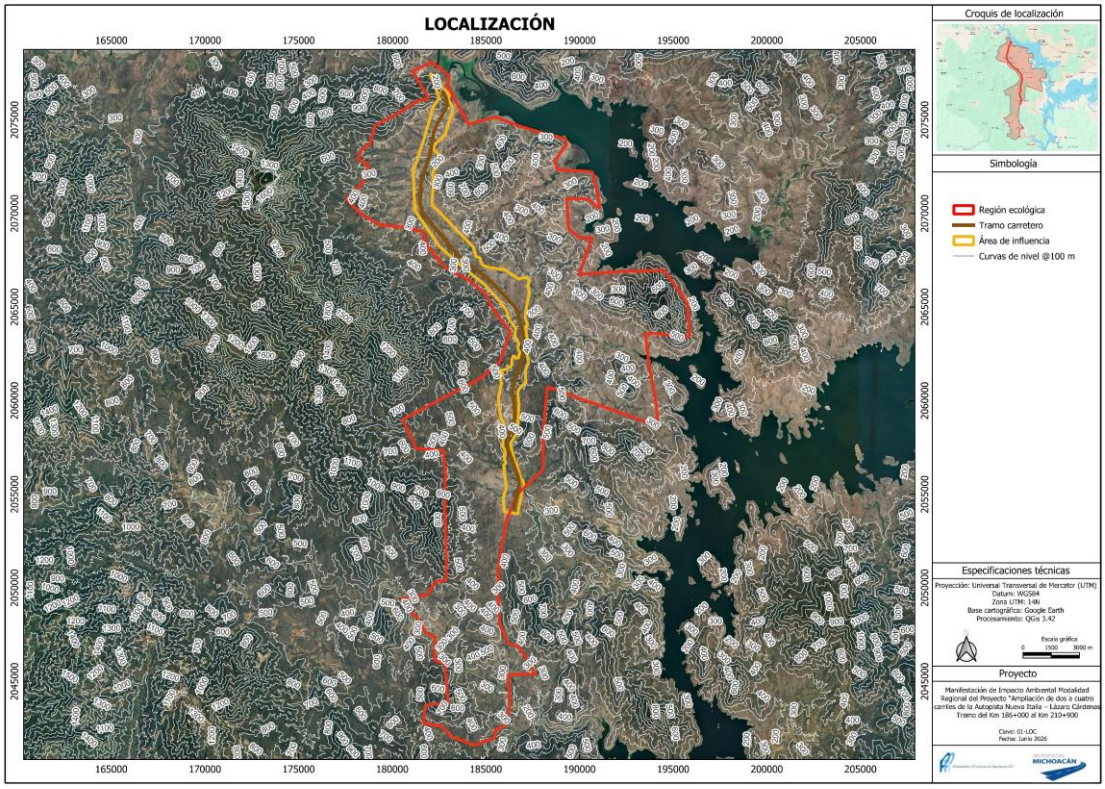
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	818,269.68	2,079,861.02	31	817,304.97	2,062,565.31	62	821,830.31	2,052,247.57	93	829,022.77	2,072,231.21
2	817,544.64	2,080,491.61	32	818,681.05	2,062,532.72	63	823,074.74	2,052,298.48	94	827,975.70	2,072,162.92
3	816,645.54	2,080,016.92	33	818,816.74	2,061,516.47	64	822,844.64	2,052,728.51	95	826,766.84	2,072,105.68
4	817,393.45	2,078,737.91	34	818,804.82	2,061,466.57	65	822,580.53	2,053,201.88	96	825,044.60	2,071,968.98
5	816,838.28	2,078,577.78	35	818,974.74	2,059,876.83	66	822,228.41	2,053,625.90	97	825,590.59	2,073,801.01
6	816,011.56	2,077,953.72	36	818,955.48	2,059,571.11	67	821,783.74	2,053,797.72	98	824,988.84	2,073,783.66
7	815,008.29	2,077,286.58	37	819,049.51	2,057,641.69	68	821,367.96	2,054,773.08	99	824,472.39	2,074,221.79
8	814,821.03	2,076,501.09	38	819,060.35	2,056,206.63	69	821,368.73	2,054,910.44	100	824,358.59	2,075,729.93
9	814,423.06	2,076,101.96	39	818,588.93	2,056,146.08	70	821,290.01	2,056,365.58	101	824,871.56	2,075,730.46
10	814,271.58	2,075,661.76	40	818,223.55	2,055,549.08	71	821,293.46	2,057,333.16	102	825,375.61	2,075,714.16
11	814,758.44	2,075,344.58	41	817,009.02	2,055,344.22	72	821,369.26	2,058,174.50	103	825,936.55	2,075,266.22
12	814,772.03	2,075,305.91	42	817,458.54	2,054,779.49	73	821,668.34	2,059,675.81	104	825,843.67	2,076,085.76
13	814,518.08	2,074,452.17	43	817,962.69	2,054,238.54	74	821,668.94	2,059,740.70	105	825,831.84	2,076,112.42
14	813,792.81	2,073,741.20	44	818,156.09	2,053,819.78	75	822,117.34	2,061,090.50	106	825,596.48	2,076,966.63
15	814,564.97	2,073,072.94	45	818,636.53	2,053,614.66	76	823,376.52	2,062,540.96	107	825,578.88	2,077,017.36
1	815,413.	2,072,651.	4	818,303.	2,052,621.	7	823,354.	2,064,429.	10	825,246.	2,077,054.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
5	35	32	6	00	01	7	95	05	8	14	88
16	816,483.15	2,072,584.11	47	818,800.45	2,052,483.04	78	823,559.04	2,066,580.58	109	824,101.93	2,077,096.98
17	817,475.31	2,072,393.87	48	818,866.94	2,051,799.09	79	824,673.97	2,066,187.06	110	823,959.34	2,077,126.61
18	817,499.38	2,072,373.42	49	818,863.35	2,051,776.34	80	824,733.30	2,066,132.69	111	823,692.39	2,077,509.75
19	817,676.14	2,071,801.08	50	818,951.00	2,050,707.47	81	826,259.09	2,065,650.36	112	823,698.32	2,077,573.33
20	818,591.19	2,070,934.36	51	817,920.22	2,050,604.19	82	828,878.56	2,064,751.81	113	824,221.77	2,078,352.32
21	819,719.91	2,070,401.46	52	817,826.48	2,049,796.44	83	828,808.63	2,065,744.80	114	824,023.64	2,078,630.69
22	820,354.06	2,069,888.38	53	818,354.57	2,049,755.69	84	828,454.43	2,067,518.46	115	823,116.05	2,078,840.43
23	820,733.29	2,069,296.05	54	818,668.61	2,049,707.17	85	828,237.44	2,068,977.01	116	821,717.74	2,079,238.86
24	821,559.91	2,068,248.74	55	819,124.42	2,049,196.10	86	828,194.99	2,069,090.13	117	820,624.59	2,079,663.60
25	821,116.32	2,066,861.24	56	820,205.00	2,048,787.30	87	828,194.94	2,069,128.52	118	819,368.19	2,079,270.83
26	820,239.93	2,065,897.81	57	820,283.15	2,048,804.80	88	828,636.03	2,069,168.75	119	818,353.63	2,079,894.84
27	819,189.17	2,065,247.50	58	821,240.13	2,049,193.92	89	829,903.16	2,069,048.07	120	818,269.68	2,079,861.02
28	817,759.60	2,064,495.07	59	821,215.80	2,049,527.00	90	830,142.79	2,069,059.75			
29	816,631.31	2,063,884.56	60	821,717.29	2,049,853.69	91	830,278.44	2,069,086.47			
30	818,269.68	2,079,861.02	61	821,892.55	2,050,769.48	92	830,129.80	2,070,692.19			

III.1.1.1. Superficie de la Región Ecológica

La superficie total de la Región Ecológica es de 23,290.07 ha (232,900,724 m^2).

Figura 1. Delimitación de la Región Ecológica (RE).



III.1.2. Delimitación del Área de Influencia

El Área de Influencia (AI) del proyecto fue delimitada considerando la naturaleza lineal de la obra y la posible interacción de las actividades constructivas con los componentes ambientales inmediatos al derecho de vía.

Para efectos del presente estudio, el AI corresponde a los límites del derecho de vía con la carretera federal 37, definida con el propósito de identificar posibles interacciones ambientales indirectas asociadas a las actividades de ampliación de la autopista.

La delimitación del AI mantiene congruencia espacial y funcional con la Región Ecológica definida para el proyecto, permitiendo establecer una relación jerárquica consistente entre las distintas escalas de análisis ambiental consideradas en el estudio.

III.2 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas

Con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, Serie VII), así como en la información del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, en la Región Ecológica (RE) se identifican diversos tipos de cobertura, integrando tanto vegetación natural en distintos estados sucesionales como usos de suelo de carácter antrópico.

La RE se localiza en la región de la Depresión del Balsas en los municipios de La Huacana y Arteaga, presenta un mosaico territorial en donde es posible observar ctividades agropecuarias, en coexistencia con remanentes de vegetación secundaria derivados de la selva baja caducifolia, sobretodo en la parte de la planicie, y mejor conservada hacia las ekevaciones que bordean el área. Esta configuración es consistente con las condiciones climáticas semiáridas cálidas de la región, así como con los procesos históricos de transformación del paisaje.

A partir de la información del SIGEIA, los principales tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la RE corresponden a las siguientes claves: VSa/SBC (vegetación secundaria de selva baja caducifolia), VI, (vegetación inducida), TA (agricultura de temporal), PI (pastizal inducido), AH (asentamientos humanos) y H2O (cuerpos de agua).

La vegetación dominante dentro de la RE corresponde a la selva baja caducifolia en estado secundario, clasificada como VSa/SBC. Este tipo de vegetación representa la condición natural potencial de la región; sin embargo, en el área de estudio se presenta principalmente en fases de regeneración, lo cual es indicativo de perturbaciones previas asociadas al cambio de uso de suelo. Se desarrolla bajo condiciones de clima cálido con lluvias en verano y una estación seca prolongada, presentando comunidades de baja altura donde las especies pierden su follaje durante la época seca como estrategia de adaptación al déficit hídrico.

La vegetación secundaria arbustiva se caracteriza por una menor complejidad, con predominancia de especies pioneras y alta densidad de individuos jóvenes. En algunos sectores con menor grado de perturbación, se observan formas más desarrolladas con presencia de estrato arbóreo incipiente.

Las áreas de pastizal inducido (PI) corresponden a superficies donde la vegetación original ha sido sustituida para el desarrollo de actividades pecuarias. Estas zonas presentan una cobertura homogénea dominada por gramíneas introducidas, con baja diversidad florística y estructura simplificada, lo cual refleja un alto grado de intervención del medio natural.

Por su parte, las unidades de agricultura de temporal (TA) ocupan una proporción importante del SAR. Estas coberturas representan áreas donde la vegetación natural ha sido removida para el establecimiento de cultivos, principalmente granos básicos y forrajes. La agricultura de temporal depende directamente del régimen de lluvias estacional, mientras que la agricultura de riego se asocia a zonas con disponibilidad de agua superficial o subterránea, particularmente en áreas cercanas a cuerpos de agua o infraestructura hidráulica. Ambas categorías son indicativas de procesos intensivos de transformación del paisaje y de la sustitución de la cobertura vegetal original.

En cuanto a los asentamientos humanos (AH), estos corresponden a áreas urbanizadas o con infraestructura, donde la cobertura vegetal ha sido prácticamente eliminada. Estas unidades presentan una funcionalidad ecológica reducida y reflejan procesos de ocupación del territorio vinculados al desarrollo regional.

Asimismo, se identifican cuerpos de agua (H2O), entre los que destacan elementos de relevancia regional como la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) y corrientes permanentes como el Río La Pastoria. Estos componentes introducen condiciones locales de mayor humedad, favoreciendo la presencia de vegetación riparia o secundaria más densa en sus márgenes, además de desempeñar un papel clave en la dinámica hidrológica del sistema.

En conjunto, el análisis de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la RE evidencia un sistema ambiental predominantemente transformado, donde las coberturas antrópicas, principalmente agrícolas y pecuarias, ocupan una proporción importante del territorio. No obstante, persisten remanentes de vegetación secundaria de selva baja caducifolia en distintos estados sucesionales, los cuales mantienen funciones ecológicas relevantes y cierta capacidad de regeneración.

Es posible asegurar que con esta configuración del paisaje se trata de uno fragmentado, en el que coexisten áreas altamente intervenidas con parches de vegetación en

recuperación, cuya distribución y estado dependen tanto de las condiciones ambientales como del historial de uso del suelo. Estos elementos constituyen la base ecológica para la identificación de la flora potencial presente en la RE, la cual se desarrolla más adelante.

Especies potenciales								
Componente	**Listado de especies potenciales**							
Flora	Ver apartado Listado potencial de flora							
Fauna	Ver apartado Listado de fauna potencial							
Resumen y metodología de muestreos4 en el Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE)								
Componente	**Tipos (Aleatorio, Simple, Sistemático, otro)**	**Métodos (Transecto, lineal, área, puntual)**	**Número de sitios de muestreo**	**Horario de muestreo (diurno, nocturno)**	**Estacionalidad (lluvias, secas, primavera, verano, otoño, invierno)**	**Fecha de realización y esfuerzo del muestreo**	**Comunidad Perenne o estacional**	**Comunidad Acuática o terrestre**
Flora (RE/AI)	Sistematico	Área	20	Diurno	Primavera	Junio 2026	Estacional	Terrestre
Flora (AP)	Sistematico	Área	12	Diurno	Primavera	Junio 2026	Estacional	Terrestre
Fauna (RE/AI)	Sistematico	transecto	3	Diurno/Nocturno	Primavera	Junio 2026	Perenne	Terrestre
Fauna (AP)	Sistematico	transecto	1	Diurno/Nocturno	Primavera	Junio 2026	Perenne	Terrestre
Especies identificadas en campo endémicas o que se encuentren en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010								
Componente	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Categoría de riesgo**	**Endémica**	**Número de individuos**	**Presencia**		
						AP	**AI**	**RE**
Flora	---	---	---	---	---	---	---	---
Fauna	---	---	---	---	---	---	---	---
Índices de diversidad biológica								
Componente	Índice (Shannon-	Parámetro	Valor del Índice		Análisis y conclusiones de los resultados de los índices			

	Wiener, Simpson, de Valor de Importancia, entre otros)		AP	RE/AI	Los resultados muestran una estructura del estrato arbóreo dominada por un conjunto reducido de especies con alta representatividad ecológica. En particular, Bursera fagaroides presenta los valores más altos de IVI. En conjunto, estas especies concentran una proporción significativa del valor total del IVI, lo cual es indicativo de su papel determinante en la conformación estructural y funcional del estrato arbóreo dentro de la RE. La estructura observada es indicativa de un sistema dominado por especies típicas de la selva, pero que se han adaptado a ambientes modificados y de transición, donde coexisten elementos adaptados a condiciones secas. Complementariamente, el análisis de diversidad mediante el índice de Shannon (H' = 1.35) refleja una diversidad baja dentro del estrato arbóreo. Al compararse con la diversidad máxima teórica (H'max = 1.3863), se obtiene un valor de equitatividad (J = 0.97), lo cual es indicativo de una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas, sin una dominancia absoluta extrema por parte de una sola especie. Estrato Arbustivo RE/AI y AP En relación con el estrato arbustivo muestreado en la RE, se registró un total de 3 especies características de vegetación secundaria, entre las que destacan Haematoxylum brasiletto, Randia sp. y Vachellia cochliacantha. De éstas, Vachellia cochliacantha se posiciona como la especie más abundante, seguida por Haematoxylum brasiletto, lo cual es indicativo de su alta capacidad de colonización y dominancia en ambientes con disturbio. En menor proporción se registran especies del
Flora[1] **Estrato arbóreo** *Bursera fagaroides* **Estrato arbustivo** *Vachellia cochliacantha* *Lysiloma divaricata* *Parkinsonia aculeata* **Estrato cactáceas** *Pachycereus weberi* **Estrato herbáceas** *Brachiaria molle*	Índices de valor de importancia		 --- 103.84 271.22 300.00	 132.88 152.01 126.44 300.00 ---	

[1] Se presentan las especies con los mayores índices. Para más detalle ver apartado: índices de biodiversidad.

Flora[2] **Estrato arbóreo**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	H' = 1.08 J = 0.98	género Randia, reflejando una contribución más limitada dentro del ensamblaje arbustivo. La composición del estrato arbustivo en la RE y AI corresponde a comunidades propias de la selva secundaria, donde predominan especies pioneras y oportunistas que toleran condiciones de alta radiación y suelos someros. En particular, la dominancia de Vachellia cochliacantha y Senna wislizeni refleja condiciones de apertura del dosel y disturbio intermedio, ya que ambas especies son típicas de vegetación secundaria y áreas intervenidas. En contraste, en el Área de Proyecto (AP) se registra una reducción significativa en la riqueza y complejidad del estrato arbustivo, con presencia limitada de especies del género Acacia y Vachellia, lo cual es indicativo de condiciones de alta perturbación, debido a su comportamiento oportunista y su capacidad para establecerse en suelos alterados. La media diversidad arbustiva en el AP refleja una estructura simplificada, donde este estrato se encuentra restringido por actividades de mantenimiento, remoción de vegetación y condiciones físicas del derecho de vía y la cobertura selectiva de las localidades circundantes. La vegetación arbustiva del Área del Proyecto presenta una estructura incipiente y fragmentada, dominada por especies limitada estratificación, lo cual es indicativo de un sistema sujeto a disturbio continuo que restringe el desarrollo de comunidades más complejas. No obstante, la presencia de especies con alta capacidad de colonización sugiere una dinámica activa de regeneración secundaria, condicionada por factores como la compactación del suelo, la disponibilidad de humedad y los efectos de borde, definiendo un sistema de baja diversidad, pero con potencial de recuperación en ausencia de perturbaciones recurrentes.
Estrato arbustivo	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		H' = 1.29 J = 0.71	H' = 0.76 J = 0.68	
Flora **Estrato cactáceas**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	---	
Flora **Estrato herbáceas**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	---	

[2] Se presentan las especies con los mayores índices. Para más detalle ver apartado: índices de biodiversidad.

					El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato arbustivo evidencia una estructura dominada por 6 especies con alta representatividad, destacando Parkinsonia aculeata, seguida por las especies del género Acacia y Vachellia. En conjunto, estas especies concentran la mayor proporción del IVI total, lo cual es indicativo de una fuerte dominancia dentro del estrato y una baja equidad en la distribución de la importancia ecológica. Las especies dominantes presentan los valores más altos, lo que refleja su elevada densidad dentro de los sitios de muestreo. No obstante, se observan diferencias en su frecuencia relativa, lo cual es indicativo de patrones de distribución espacial diferenciados, desde especies ampliamente distribuidas hasta aquellas con presencia más localizada. Por su parte, algunas especies destacan por su dominancia relativa, lo que sugiere la presencia de individuos con mayor cobertura o desarrollo estructural, contribuyendo de manera significativa a la conformación del sotobosque. Otras especies presentan valores intermedios en los distintos componentes del IVI, reflejando una participación relevante pero no dominante dentro de la comunidad. En contraste, las especies con valores bajos en los tres componentes del IVI presentan una contribución secundaria dentro del ensamblaje vegetal, aunque en algunos casos mantienen una presencia constante, lo cual sugiere adaptación a condiciones específicas del sitio. Cactáceas en RE/AI y AP En relación con el estrato de cactáceas muestreado en la RE, en la AI y en el AP, se registró una especie en común: Pachycereus weberi. Y solo en el AI, se registro una especie más, la Opuntia bensonii. Por lo que Pachycereus weberi se posiciona como la especie más abundante en las tres áreas de estudio, lo cual es indicativo de su alta capacidad de

					adaptación a condiciones de aridez y disturbio. La composición de cactáceas en la RE es característica de ambientes de selva baja caducifolia con estacionalidad hídrica marcada, donde estas especies desempeñan un papel relevante como componentes estructurales y funcionales en condiciones de estrés hídrico. Su presencia es indicativa de suelos someros, alta exposición solar y procesos de perturbación, donde las cactáceas presentan ventajas competitivas frente a otros grupos vegetales. El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato de cactáceas evidencia una estructura con dominancia marcada de Pachycereus weberi, la cual presenta un IVI de 300, concentrando la mayor proporción de abundancia relativa (100%), dominancia relativa (100%) y una frecuencia relativa de 100%. Este comportamiento es indicativo de que es una especie ampliamente distribuida y con alta cobertura dentro de la RE. En este caso, no se puede calcular el índice de Shannon (H’ = 1.20) debido a que es la única especie registrada. Los resultados evidencian que el estrato de cactáceas presenta una dominancia clara de una sola especie, adaptada a condiciones de aridez, pero con una diversidad baja y una amplia distribución, lo cual es indicativo de un componente vegetal resiliente dentro de la RE, capaz de persistir bajo condiciones ambientales limitantes y distintos grados de perturbación. Estrato Herbáceo RE/AI y AP En relación con el estrato herbáceo evaluado en la RE, en la AI y en el AP, solo esta última área registro una especie, misma que es asociadas a ambientes con distintos grados de perturbación. La especie registrada fue la Brachiaria molle, lo cual es indicativo de condiciones de disturbio

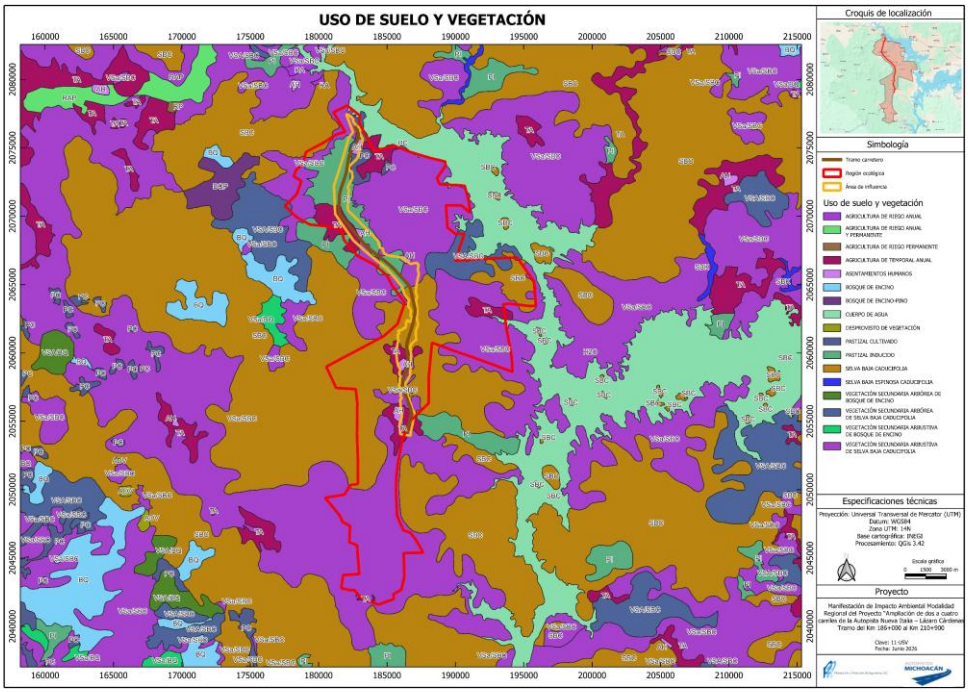
					recurrente y sustitución de la vegetación original por especies oportunistas. El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) no puede realizarse debido a que solo se identifico una especie en las tres áreas de estudio. Por lo que la estructura del estrato herbáceo en el AP se caracteriza por una alta dominancia de una sola especie y una baja riqueza florística, en comparación con la RE y la AI, lo cual es indicativo de que la distribución de las especies de herbáceas no han logrado adaptarse a las condiciones actuales y a los suelos pedregosos.
Fauna Mamiferos	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		H' = 1.266 H' max = 1.386 J = 0.913	H' = 1.746 H' max = 1.792 J = 0.974	Se obtuvo un valor de diversidad de H' = 1.746 conforme al índice de Shannon-Wiener, lo cual es indicativo de una diversidad moderada dentro del área evaluada. Este valor refleja la presencia de varias especies con una distribución relativamente equilibrada de sus abundancias, sin que exista una dominancia marcada por una sola especie. Por su parte, la diversidad máxima teórica fue de H' máx = 1.792, valor que representa la condición en la cual todas las especies presentan la misma abundancia. La equitatividad de Pielou fue de J' = 0.974, lo cual es indicativo de una alta uniformidad en la distribución de las abundancias, evidenciando que las especies registradas presentan valores similares de presencia dentro del sistema. El valor de diversidad (H' = 1.266) refleja una comunidad con baja complejidad, mientras que la equitatividad (J' = 0.913) indica que las especies presentes mantienen una distribución relativamente uniforme. La cercanía entre estos valores y su máximo teórico es indicativa de que, dentro de su limitada riqueza, la comunidad mantiene cierto grado de equilibrio.

Fauna Ornitofauna	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		H’ = 2.287 H’ max = 2.398 J = 0.954	H’ = 2.498 H’ max = 2.639 J = 0.947	El valor de diversidad obtenido (H’ = 2.498) se aproxima considerablemente a la diversidad máxima esperada (H’ máx = 2.639), lo cual es indicativo de que la comunidad avifaunística presenta una estructura cercana al óptimo teórico bajo condiciones de distribución equitativa. Esta relación sugiere que, aunque existen variaciones en la abundancia de las especies, estas no son lo suficientemente marcadas como para generar una dominancia fuerte dentro del ensamble. Por su parte, la equitatividad (J’ = 0.947) confirma que la distribución de los individuos entre las especies es altamente uniforme, lo cual es indicativo de una comunidad bien balanceada desde el punto de vista numérico. En este contexto, la riqueza específica registrada (S = 14) adquiere mayor relevancia, ya que no solo refleja el número de especies presentes, sino que está acompañada por una adecuada distribución de abundancias, lo que fortalece la estabilidad ecológica del grupo dentro del área de estudio. Los valores obtenidos para los índices de diversidad muestran un Índice de Shannon-Wiener (H’ = 2.287), una diversidad máxima teórica de H’ máx = 2.398, y una equitatividad de Pielou (J’ = 0.954). Estos resultados son indicativos de una comunidad con alta equidad en la distribución de abundancias, donde, a pesar de la existencia de especies dominantes, no se presenta una concentración extrema de individuos en unos pocos taxa. La estructura observada refleja un ensamblaje típico de ambientes agrícolas, donde predominan especies generalistas, granívoras e insectívoras oportunistas, capaces de explotar recursos asociados a cultivos, bordes de vegetación y áreas abiertas. La alta equitatividad sugiere que el sistema mantiene cierta heterogeneidad funcional, permitiendo la coexistencia de especies con distintos hábitos tróficos y estrategias ecológicas.

					Asimismo, la presencia de especies como Hirundo rustica y Cathartes aura indica el aprovechamiento del espacio aéreo y de recursos dispersos en el paisaje, mientras que taxa como Icterus pustulatus y Pyrocephalus rubinus sugieren la existencia de microhábitats con elementos estructurales más complejos, como cercas vivas, árboles aislados o vegetación secundaria incipiente.
Fauna Herpetofauna	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		H' = 1.235 H' max = 1.386 J = 0.891	H' = 1.762 H' max = 1.946 J = 0.905	El valor de diversidad obtenido es indicativo de una diversidad intermedia, lo cual refleja una comunidad con menor número de especies en comparación con otros grupos, pero con una distribución de abundancias relativamente equilibrada. La equitatividad (J' = 0.905) muestra que, a pesar de la dominancia de algunas especies de lagartijas, la comunidad mantiene una estructura relativamente homogénea, sin concentraciones extremas de individuos en una sola especie. La cercanía entre H' y H' máx es indicativa de que la comunidad se encuentra bien estructurada dentro de los límites de su riqueza específica, lo cual sugiere que las condiciones ambientales permiten la coexistencia de las especies registradas. El índice de diversidad (H' = 1.235) confirma una diversidad limitada, mientras que la equitatividad (J' = 0.891) sugiere una distribución relativamente homogénea, aunque con tendencia a la dominancia de especies oportunistas.

III.2.1 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica.

Componentes de la Región Ecológica con los cuales interactúa el Proyecto: Ver Medio Abiótico	
Componentes	**Descripción**
Biótico	El proyecto se ubica dentro del derecho de vía de la actual autopista, por lo que no se encuentra sobre algún tipo de vegetación de acuerdo con el establecido en el uso de suelo y vegetación de la serie VII del INEGI y de los trabajos en campo. Asímismo, en los alrededores se encuentra vegetación secundaria, asentamientos humanos y uso de suelo de tipo agrícola. Ver Medio Biótico
Abiótico	La Región Ecológica se localiza en una zona de transición entre la Depresión del Balsas y las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, caracterizada por un relieve accidentado conformado por sierras, lomeríos, cañadas y valles estrechos asociados a la cuenca del río Balsas. El clima predominante corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas medias anuales superiores a 26 °C y precipitación anual que varía entre 700 y 1,200 mm, dependiendo de la altitud y orientación del terreno. Los principales tipos de suelo corresponden a Regosoles, Leptosoles, Cambisoles y Feozems, desarrollados sobre materiales ígneos y sedimentarios característicos de la región. Hidrológicamente, la Región Ecológica se ubica dentro de la Región Hidrológica Balsas (RH18), presentando numerosos cauces temporales, arroyos intermitentes y sistemas de drenaje que descargan hacia el embalse de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), los cuales interactúan directamente con el proyecto. Ver Medio Abiótico
Socio-económico	La Región Ecológica comprende porciones de los municipios de La Huacana y Arteaga, Michoacán, donde predominan actividades agropecuarias, forestales, comerciales y de servicios. La infraestructura carretera constituye el principal eje de conectividad regional, destacando la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, la cual forma parte de uno de los corredores logísticos más importantes del país al vincular la región centro-occidente con el Puerto de Lázaro Cárdenas. Asimismo, la región mantiene interacción funcional con localidades rurales, núcleos agrarios, zonas productivas y centros de intercambio comercial asociados al corredor carretero, favoreciendo la movilidad de personas, mercancías e insumos estratégicos para el desarrollo económico regional. Ver Medio Socio-económico
De acuerdo con lo establecido en la cartografía del INEGI serie VII del uso de suelo y vegetación, el proyecto incide sobre Veg. Sec. Selva Baja Caducifolia, Pastizal cultivado, Vegetación inducida y Agricultura de temporal, pero cabe resaltar que se ubica solo sobre el derecho de vía de la actual autopista, misma que hará una ampliación de dos a cuatro carriles.	



Diagnóstico ambiental

En el componente atmósfera, la relevancia de esta autopista se acentúa al considerar que se trata de un corredor estratégico que conecta el puerto de Lázaro Cárdenas con el centro del país. Actualmente, esta vía presenta un alto flujo vehicular, incluyendo transporte de carga pesada, lo que incrementa la generación de emisiones contaminantes en la región. Además, se encuentra en proceso de modernización y ampliación de dos a cuatro carriles a lo largo de aproximadamente 146 Km, lo cual, si bien mejorará la movilidad, también podría inducir un incremento en el tránsito vehicular y, por ende, en las emisiones atmosféricas en el corto y mediano plazo.

En relación con el uso de suelo y vegetación, la cercanía a esta autopista ha favorecido la expansión de actividades agrícolas y logísticas, debido a la accesibilidad que proporciona. Este tipo de infraestructura tiende a consolidar corredores productivos y de transporte, lo que genera presión adicional sobre la vegetación natural, particularmente la selva baja caducifolia. La ampliación de la autopista podría intensificar este proceso al facilitar aún más el acceso a zonas previamente menos intervenidas.

En el aspecto de fauna, la autopista representa una barrera física que fragmenta los hábitats y limita el desplazamiento de especies silvestres. En zonas cercanas a a las localidades y al área agrícola, la fauna ya muestra un alto grado de adaptación a condiciones antropizadas; sin embargo, el incremento en el flujo vehicular puede aumentar riesgos como atropellamientos y perturbación constante por ruido, reforzando la tendencia hacia la permanencia de especies oportunistas.

Respecto al suelo, aunque no se prevén cambios físicos directos en sus características, la intensificación del tránsito pesado sobre la autopista y caminos asociados puede favorecer procesos indirectos como la compactación en áreas aledañas, así como el aumento en la demanda de superficies para actividades complementarias, lo cual incide en el uso del territorio.

En el componente agua, la autopista influye en la dinámica de escurrimientos superficiales, ya que las obras de ampliación y mantenimiento implican modificaciones en drenajes y cortes de terreno. Aunque los arroyos intermitentes seguirán presentes, estas intervenciones pueden alterar localmente los patrones de escurrimiento y aumentar el arrastre de sedimentos hacia cauces que eventualmente desembocan en el embalse de la presa Infiernillo.

En cuanto al paisaje, la autopista constituye un elemento dominante, particularmente en el tramo cercano a las localidades, donde el entorno se caracteriza por amplias zonas agrícolas. La ampliación a cuatro carriles transformará la percepción visual del paisaje, reforzando su carácter antrópico e incrementando la presencia de infraestructura lineal en contraste con los remanentes de vegetación natural.

Finalmente, en el ámbito socioeconómico, esta vía es un eje fundamental para el desarrollo regional, ya que facilita el transporte de productos agrícolas y mercancías hacia el puerto de Lázaro Cárdenas, uno de los más importantes del país. La modernización de la autopista no solo mejorará la conectIIlidad y seguridad vial, sino que también impulsará la actividad económica y la generación de empleos en la región. No obstante, este crecimiento también conlleva una mayor presión sobre los recursos naturales, lo cual debe considerarse en la planeación ambiental de la RE.

Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas

La principal problemática que enfrenta la RE actualmente es el cambio de uso de suelo de vegetación de tipo selva baja caducifolia a tierras de cultivo, mismas que son de carácter de exportación nacional, lo que incrementa la presión.

Incidencia	**Reporte General de Incidencias del Proyecto y su AI**		
	Elemento del Proyecto que incide	**Superficie de incidencia**	**% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto**
Uso de Suelo y Vegetación	Ampliación de la autopista	75 ha	100
Áreas de importancia ambiental	ANP RB Zicuirán-Infiernillo	75 ha	100
Corrientes y cuerpos de agua	Obras de drenaje	variable	variable
Ecosistemas relevantes	Ninguno	0.00	0.00
Otro (especificar)	N/A	N/A	N/A

III.2.2.1 Medio abiótico

Clima, Temperatura y Precipitación

La Región Ecológica se localiza dentro de la provincia climática asociada a la Depresión del Balsas y la porción septentrional de la Sierra Madre del Sur, donde predominan condiciones cálidas a muy cálidas con una marcada estacionalidad de las precipitaciones. De acuerdo con la cartografía climática regional, en la mayor parte de la superficie se presentan climas secos muy cálidos y semisecos muy cálidos, mientras que hacia las zonas de mayor altitud y transición serrana se desarrollan condiciones semicálidas subhúmedas y cálidas subhúmedas.

La temperatura media anual se estima entre 27 y 29 °C, registrándose las temperaturas más elevadas durante los meses de abril y mayo, previos al establecimiento de la temporada de lluvias. Las temperaturas máximas pueden superar los 38 °C en los sectores de menor altitud asociados a la región de Tierra Caliente, mientras que las mínimas se presentan durante los meses de diciembre y enero.

El régimen de precipitación presenta una marcada concentración estacional. La lluvia ocurre principalmente entre junio y octubre, periodo en el que se registra más del 85 % de la precipitación anual. Los máximos mensuales se presentan generalmente entre julio y septiembre, mientras que de noviembre a mayo predomina una temporada seca caracterizada por precipitaciones escasas o nulas. La precipitación media anual regional varía aproximadamente entre 600 y 900 mm, incrementándose gradualmente hacia las zonas de mayor elevación localizadas en los municipios de La Huacana y Arteaga.

El comportamiento de la temperatura y la precipitación determina la dinámica hidrológica de la cuenca del río Balsas, influye en los procesos de erosión y transporte de sedimentos, y condiciona el desarrollo de la vegetación característica de selva baja caducifolia predominante en la Región Ecológica. Asimismo, estos factores constituyen elementos fundamentales para el diseño de obras de drenaje, estabilización de taludes y demás medidas de ingeniería y manejo ambiental asociadas al proyecto de ampliación de la autopista Nueva Italia–Lázaro Cárdenas.

Figura 2. Clima en la RE.

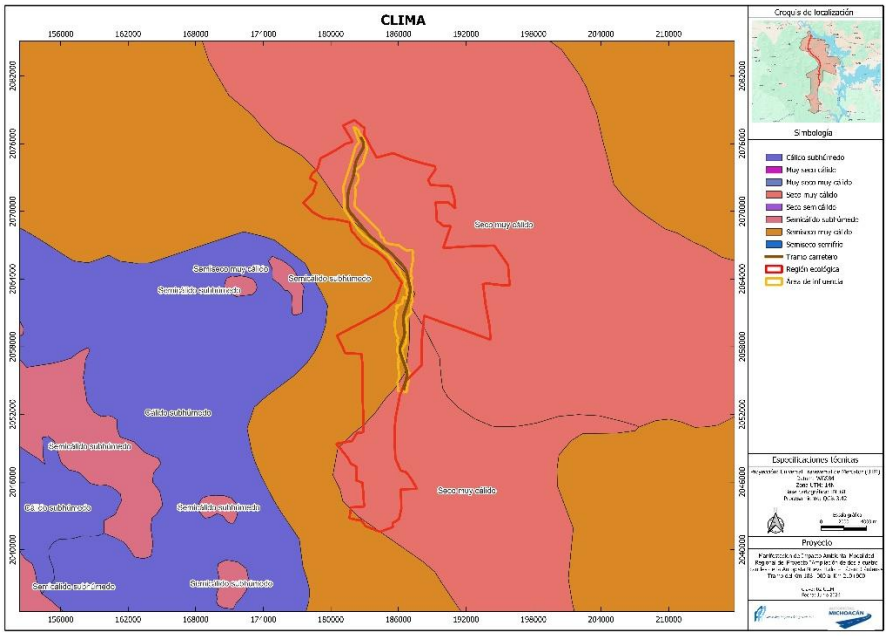
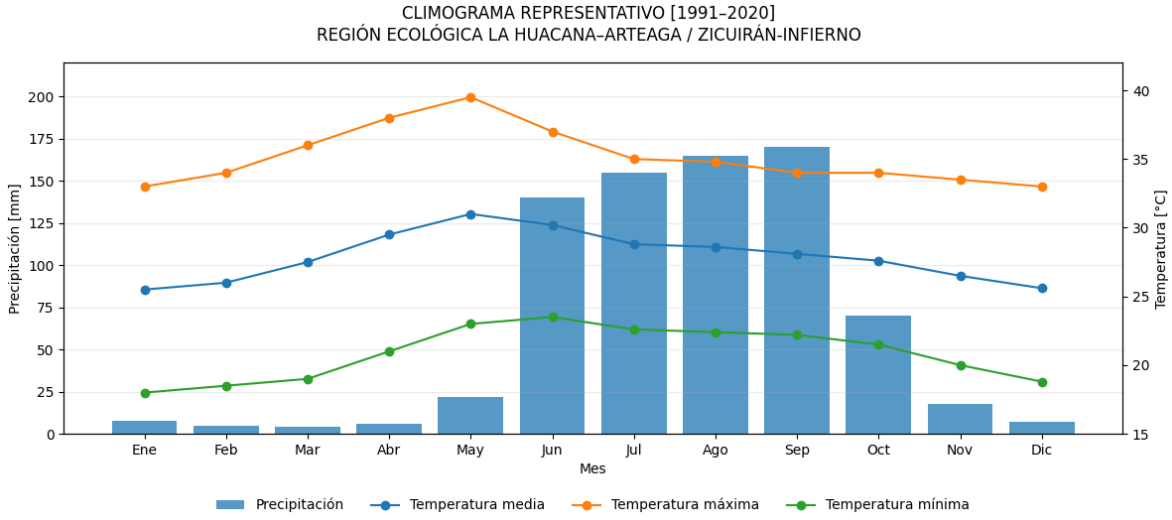


Figura 3. Temperatura en la RE (Fuente: CONAGUA, 2026.).



Fisiografía

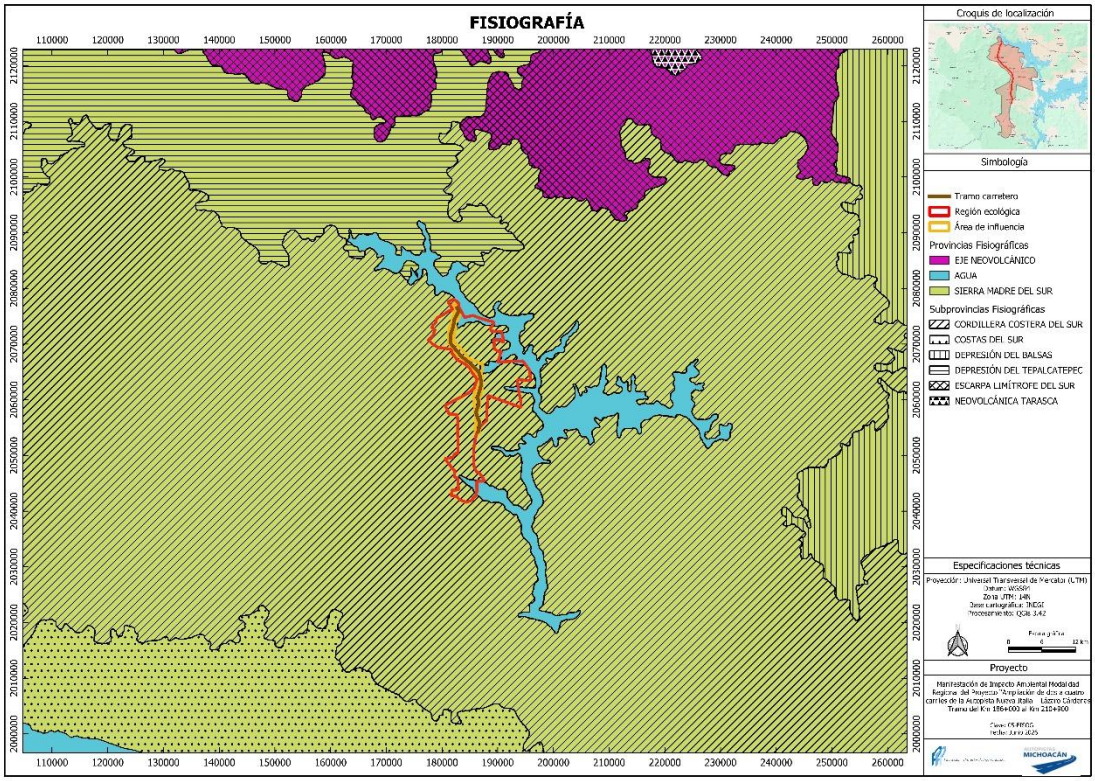
La Región Ecológica se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, específicamente en la Subprovincia Depresión del Balsas, una unidad caracterizada por extensas superficies montañosas, lomeríos, cañadas y valles profundamente disectados por la red hidrográfica regional.

El relieve presenta una topografía predominantemente accidentada, con pendientes variables que van desde moderadas hasta fuertes, asociadas a procesos erosivos desarrollados sobre materiales sedimentarios e ígneos. Destaca la influencia geomorfológica del sistema hidrológico de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), cuya presencia ha condicionado la configuración actual del paisaje y la dinámica de los procesos de erosión, transporte y sedimentación.

La red de drenaje se encuentra conformada por numerosos cauces temporales, barrancas y escurrimientos estacionales que desembocan hacia el sistema del río Balsas, generando una elevada complejidad topográfica que influye directamente en la estabilidad de laderas, el comportamiento hidrológico y la distribución de los suelos y la vegetación.

Las características fisiográficas de la Región Ecológica constituyen un factor determinante para el diseño de las obras de ampliación carretera, particularmente en lo relacionado con cortes, terraplenes, estabilización de taludes, drenaje superficial y obras de protección contra erosión.

Figura 4. Fisiografía de la Región Ecológica.



Geología

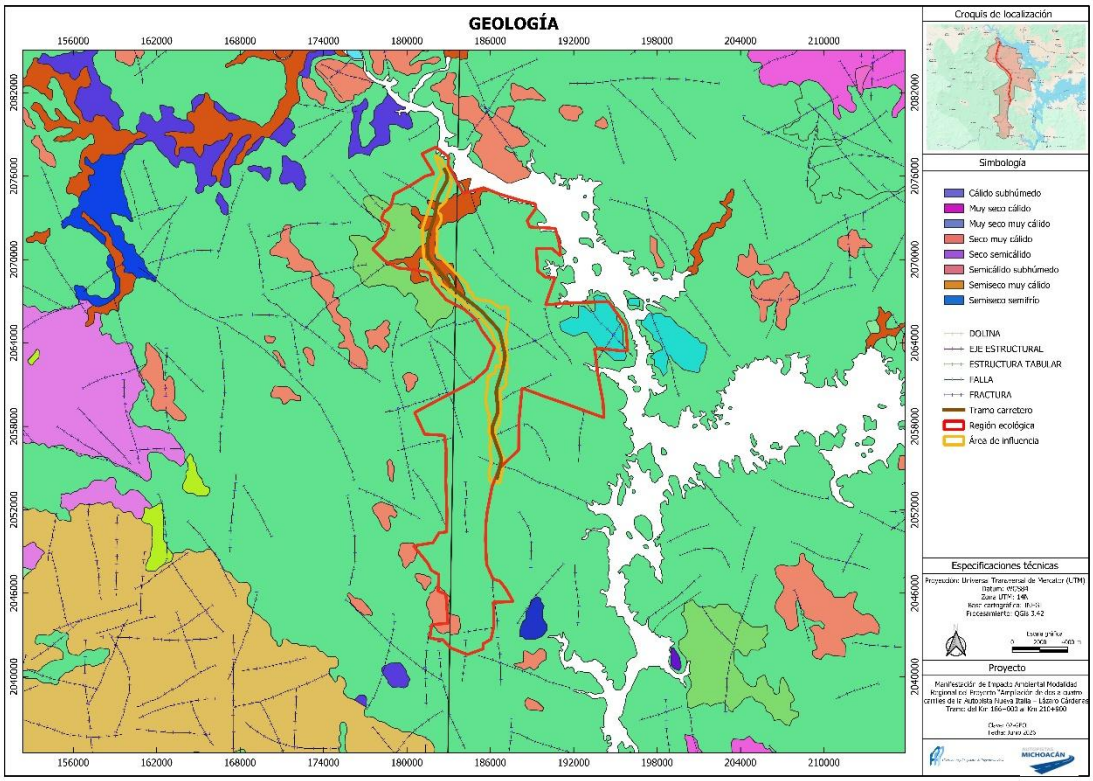
La Región Ecológica se localiza dentro de una zona geológicamente compleja asociada a la evolución tectónica de la Sierra Madre del Sur y la cuenca del río Balsas. Predominan unidades de origen sedimentario e ígneo que han sido afectadas por procesos de deformación regional, evidenciados por la presencia de fracturas, fallas y lineamientos estructurales distribuidos ampliamente en la región.

Las unidades litológicas presentes corresponden principalmente a secuencias sedimentarias consolidadas y materiales volcánicos de diversa edad geológica, acompañados localmente por depósitos aluviales recientes asociados a cauces temporales, barrancas y zonas de acumulación vinculadas al sistema hidrológico de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo).

La configuración estructural de la región se caracteriza por una elevada densidad de fracturas y lineamientos tectónicos, los cuales han influido en el modelado del relieve, la evolución de la red de drenaje y las condiciones geotécnicas de los materiales presentes. Estos rasgos estructurales constituyen elementos relevantes para la evaluación de estabilidad de taludes, el diseño de cimentaciones y la definición de medidas de protección geotécnica a lo largo del proyecto.

Las condiciones geológicas de la Región Ecológica influyen directamente en los procesos de erosión, infiltración, escurrimiento superficial y comportamiento mecánico de los materiales, aspectos que son considerados en el diseño de cortes, terraplenes, obras de drenaje y estructuras requeridas para la ampliación de la autopista.

Figura 5. Geología dentro de la RE.



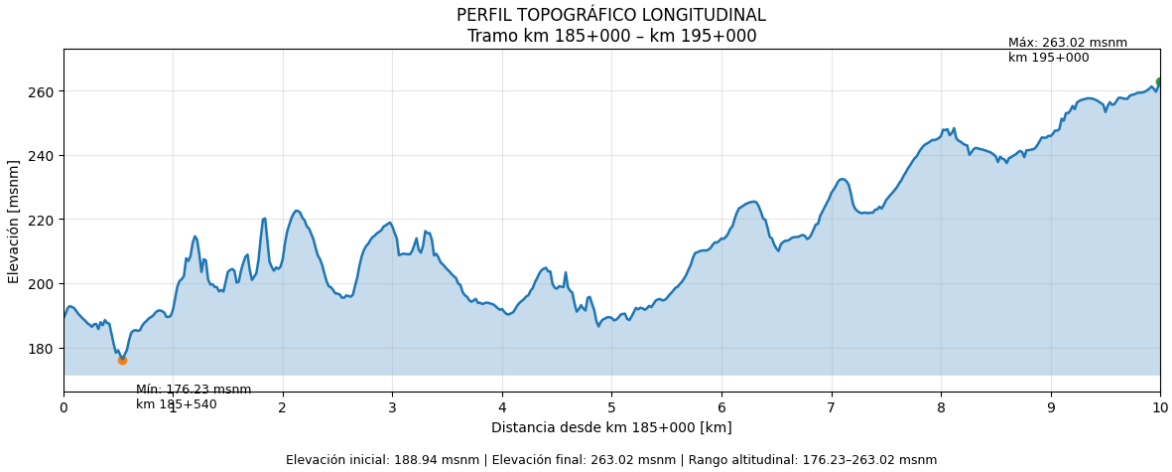
Topografía

La Región Ecológica presenta una topografía predominantemente accidentada, característica de la Subprovincia Fisiográfica Depresión del Balsas, perteneciente a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur. El relieve está conformado por lomeríos, sierras bajas, barrancas y cañadas asociadas al sistema hidrológico de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo), generando una marcada heterogeneidad altitudinal en el área de estudio.

Los registros topográficos levantados sobre el eje del proyecto muestran elevaciones que oscilan entre 176.23 y 263.02 msnm en el tramo km 185+000–195+000, reflejando la presencia de pendientes variables y una morfología controlada por procesos erosivos asociados a la cuenca del río Balsas. Estas condiciones favorecen el desarrollo de una red de drenaje integrada principalmente por cauces temporales, escurrimientos estacionales y pequeñas barrancas que descargan hacia el embalse de Infiernillo.

La configuración del relieve constituye uno de los principales condicionantes para el diseño y construcción de la ampliación carretera, debido a la necesidad de ejecutar cortes, terraplenes, obras de drenaje y medidas de estabilización de taludes en diversos segmentos del corredor. Asimismo, la topografía influye directamente en la distribución de los suelos, la cobertura vegetal y los patrones de escurrimiento superficial presentes en la Región Ecológica.

Figura 6. Perfil del trayecto del proyecto.



Riesgos geomorfológicos

Sismicidad

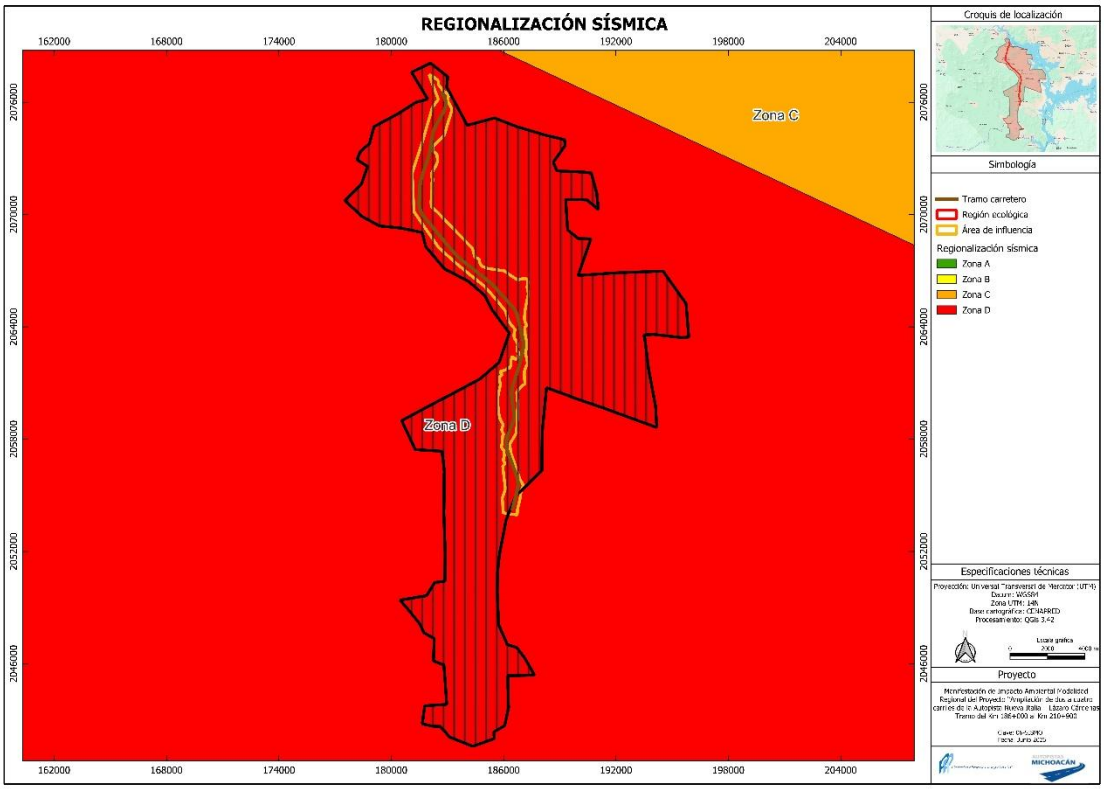
La Región Ecológica se localiza dentro de la Zona Sísmica D, considerada de alta sismicidad de acuerdo con la regionalización sísmica nacional elaborada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Esta condición está asociada a la interacción tectónica entre la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica, proceso de subducción que constituye una de las principales fuentes generadoras de actividad sísmica en el occidente y sur de México.

Tanto la Región Ecológica como el Área de Influencia se encuentran prácticamente en su totalidad dentro de la Zona D, mientras que únicamente una pequeña porción del extremo noreste de la región se aproxima a la Zona Sísmica C. Esta distribución indica que el área de estudio se encuentra expuesta a movimientos sísmicos de intensidad moderada a alta, por lo que la variable sísmica constituye un factor relevante para el diseño y construcción de la infraestructura proyectada.

Las características topográficas de la región, dominadas por lomeríos, barrancas y laderas con pendientes moderadas a fuertes, pueden favorecer la ocurrencia de procesos asociados a eventos sísmicos, tales como desprendimientos de roca, inestabilidad de taludes y movimientos localizados de ladera, particularmente en zonas de corte y terraplén.

Por lo anterior, el diseño de las obras proyectadas considera criterios de ingeniería acordes con la normatividad vigente para zonas de alta sismicidad, incorporando factores de seguridad adecuados en estructuras, obras de drenaje, taludes y elementos de contención, con el fin de garantizar la estabilidad y funcionalidad de la infraestructura durante su vida útil.

Figura 7. Regionalización sísmica de México.



Suelo

La Región Ecológica presenta una importante diversidad edáfica asociada a la compleja fisiografía de la Depresión del Balsas y a la heterogeneidad litológica de la región. De acuerdo con la cartografía edafológica del INEGI, predominan los Litosoles, Feozems,

Luvisoles, Regosoles y Cambisoles, mientras que otros tipos de suelo como Acrisoles, Vertisoles, Fluvisoles, Solonchaks y Rendzinas se distribuyen de manera localizada dentro de la región.

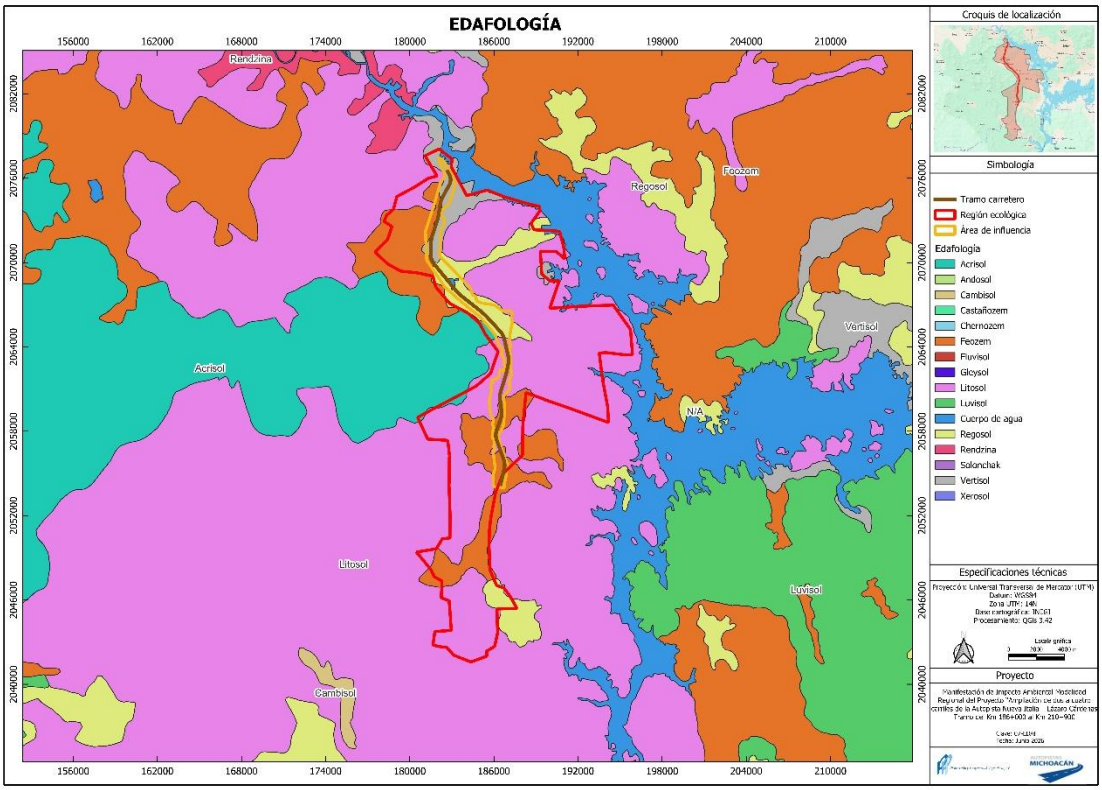
Los Litosoles constituyen una de las unidades dominantes y se caracterizan por presentar escaso desarrollo pedogenético, poca profundidad efectiva y una estrecha relación con afloramientos rocosos y terrenos con pendientes pronunciadas. Estas condiciones favorecen una mayor susceptibilidad a procesos erosivos y limitan el desarrollo de actividades agrícolas intensivas.

Los Feozems y Luvisoles se localizan principalmente en zonas con pendientes moderadas y condiciones favorables para la acumulación de materia orgánica y el desarrollo del perfil edáfico, presentando generalmente mejores características de fertilidad y capacidad de retención de humedad. Por su parte, los Regosoles corresponden a suelos jóvenes con escaso desarrollo de horizontes, asociados a procesos continuos de erosión y sedimentación.

Los Cambisoles se distribuyen de manera dispersa en diferentes sectores de la Región Ecológica y representan suelos con un grado intermedio de evolución, mientras que los Fluvisoles se restringen principalmente a planicies de inundación y cauces asociados a la red hidrológica regional. Los Vertisoles aparecen en áreas localizadas de topografía más suave, caracterizándose por su elevado contenido de arcillas expansivas.

Las características físicas y químicas de estos suelos influyen directamente en los procesos de infiltración, escurrimiento superficial, erosión y estabilidad de taludes, constituyendo un factor relevante para el diseño y construcción de las obras proyectadas. Asimismo, la distribución edáfica condiciona el desarrollo de la cobertura vegetal y los diferentes usos del suelo presentes dentro de la Región Ecológica.

Figura 8. Tipos de suelo presentes en el área de estudio.



Usos de suelo

La Región Ecológica presenta un predominio de cobertura natural asociada a la selva baja caducifolia, la cual constituye la unidad de vegetación más ampliamente distribuida dentro del área de estudio. Esta cobertura se encuentra acompañada por superficies importantes de vegetación secundaria arbustiva derivada de selva baja caducifolia, resultado de procesos históricos de perturbación, actividades agropecuarias y regeneración natural.

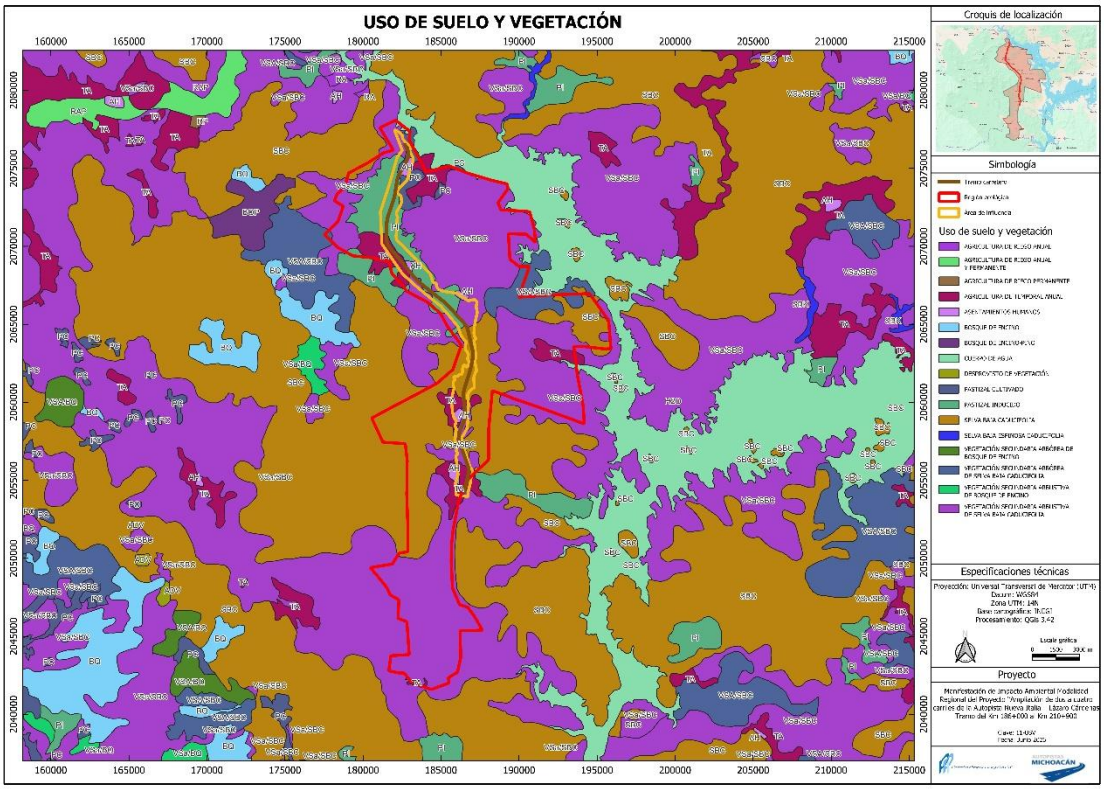
Los usos agropecuarios se distribuyen de manera dispersa dentro de la Región Ecológica, principalmente bajo modalidades de agricultura de temporal y agricultura de riego anual, localizadas en zonas con pendientes suaves, valles y áreas cercanas al embalse de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). Asimismo, se identifican superficies menores correspondientes a pastizales inducidos, asentamientos humanos e infraestructura carretera asociada al corredor de comunicación existente.

La distribución espacial de los usos del suelo refleja la interacción entre las condiciones fisiográficas de la Depresión del Balsas, la disponibilidad de agua para actividades

productivas y el desarrollo histórico de los asentamientos humanos. En términos generales, la vegetación natural y secundaria constituye la cobertura dominante dentro de la Región Ecológica, mientras que los usos agropecuarios y las áreas urbanizadas se concentran en sectores específicos con mejores condiciones de accesibilidad y aptitud productiva.

La presencia predominante de selva baja caducifolia y sus comunidades secundarias constituye uno de los principales elementos ambientales de la Región Ecológica, debido a su importancia en la regulación de procesos hidrológicos, protección de suelos, conectividad ecológica y provisión de hábitat para la fauna silvestre característica de la cuenca del río Balsas.

Figura 9. Usos de suelo y vegetación presentes en el área de estudio.



Hidrología

La Región Ecológica se localiza íntegramente dentro de la Región Hidrológica RH18 Balsas, una de las cuencas hidrográficas más importantes del país. A escala regional, el área forma parte de la cuenca del río Balsas, la cual drena extensas superficies de los

estados de Michoacán, Guerrero, Puebla, Morelos, Estado de México, Oaxaca y Tlaxcala, desembocando finalmente en el océano Pacífico.

Dentro de la Región Ecológica destacan las subcuencas asociadas a la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) y al río Tepalcatepec, cuerpos hidrológicos que constituyen los principales elementos de captación y regulación de escurrimientos en el área de estudio. Asimismo, se identifican porciones menores vinculadas a las subcuencas Las Cruces, El Zapote, San Pedro y Balsas-La Garita, todas pertenecientes al sistema hidrológico del río Balsas.

La red de drenaje superficial presenta una elevada densidad, resultado de la topografía accidentada característica de la Depresión del Balsas. Esta red está conformada principalmente por arroyos temporales, cañadas y escurrimientos estacionales que descargan hacia el embalse de Infiernillo, particularmente durante la temporada de lluvias.

La presencia del embalse genera una importante influencia sobre los procesos hidrológicos regionales, favoreciendo la regulación de escurrimientos, la retención de sedimentos y la conformación de numerosos tributarios secundarios que drenan desde las laderas circundantes hacia el cuerpo de agua principal.

Las características hidrológicas de la región constituyen un elemento fundamental para el diseño de las obras de drenaje, protección contra erosión y estabilización de taludes asociadas al proyecto de ampliación carretera, particularmente en aquellos segmentos localizados próximos a cauces temporales o zonas con elevada concentración de escurrimientos superficiales.

Figura 10. Regiones hidrológicas de la Región Ecológica.

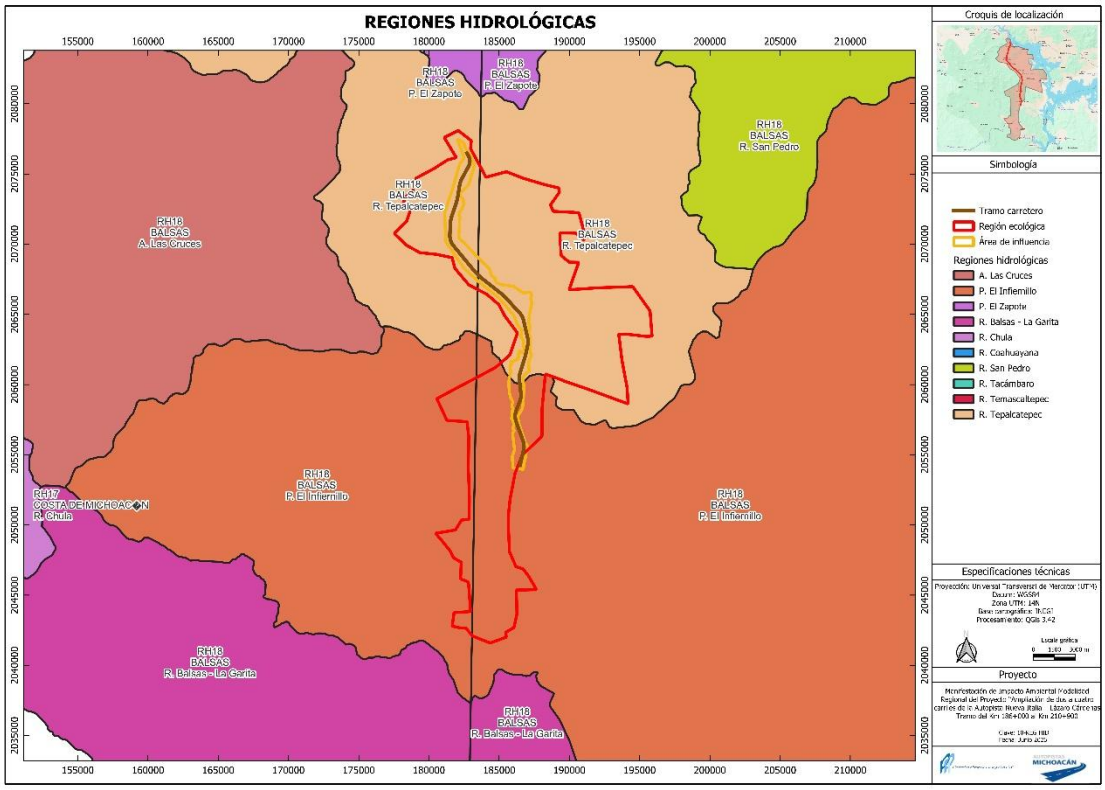
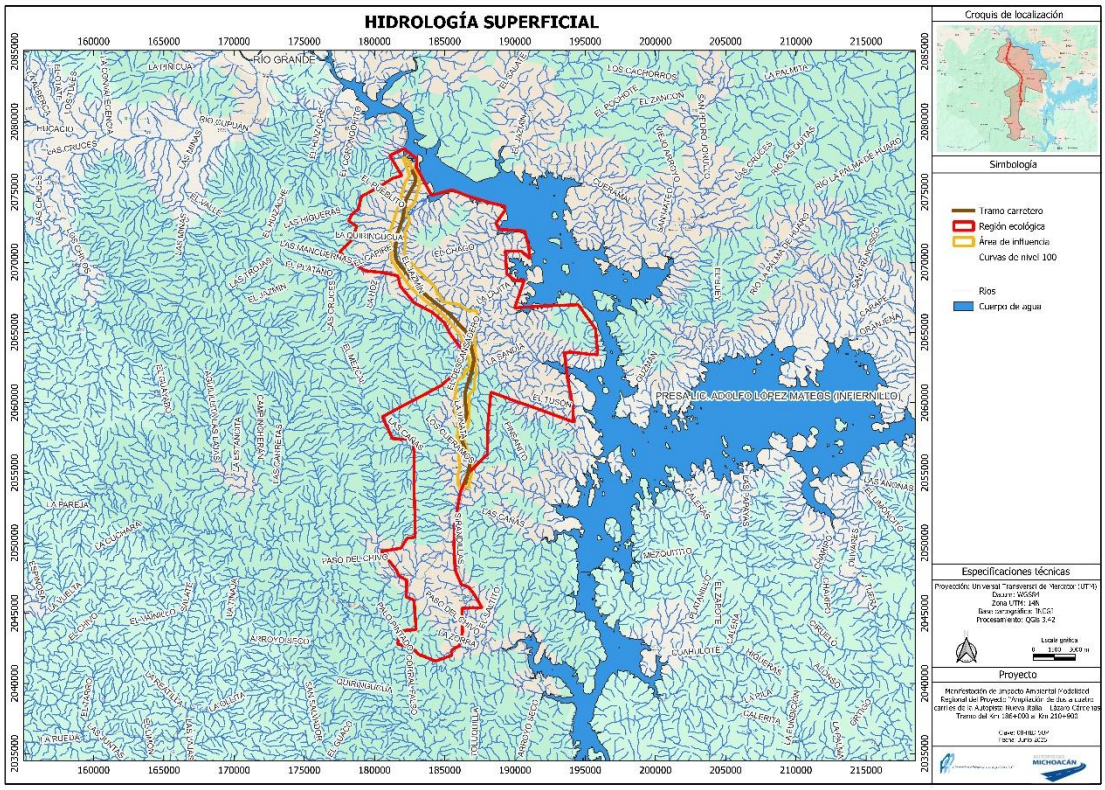


Figura 11. Hidrología superficial de la Región Ecológica.



Hidrología Subterránea

De acuerdo con la cartografía hidrogeológica disponible, la Región Ecológica se localiza sobre materiales con predominio de potencial hidrogeológico bajo a medio, asociados principalmente a rocas ígneas y sedimentarias consolidadas características de la Depresión del Balsas. Estas unidades presentan una permeabilidad limitada, por lo que el almacenamiento y circulación del agua subterránea ocurre principalmente a través de fracturas, zonas de alteración y depósitos aluviales localizados en los fondos de valle y márgenes de cauces.

La mayor parte de la Región Ecológica se encuentra dentro de una zona de veda para el aprovechamiento de aguas subterráneas, establecida por la Comisión Nacional del Agua como medida de control para la administración del recurso hídrico regional. Esta condición implica que cualquier aprovechamiento de aguas subterráneas se encuentra sujeto a regulación y autorización por parte de la autoridad competente.

Las áreas con mejores condiciones para la infiltración y recarga se localizan principalmente en depósitos aluviales asociados a cauces temporales y zonas cercanas al embalse de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). No obstante, debido a las condiciones climáticas semiáridas y a la elevada estacionalidad de las precipitaciones, la recarga efectiva se concentra principalmente durante la temporada de lluvias.

La hidrología subterránea de la región mantiene una estrecha relación con los procesos de escurrimiento superficial y con la dinámica hidrológica del sistema Balsas–Infiernillo, contribuyendo al mantenimiento de manantiales, escurrimientos base y ecosistemas asociados a cuerpos de agua temporales y permanentes presentes dentro de la Región Ecológica.

Figura 12. Hidrología subterránea de la Región Ecológica.

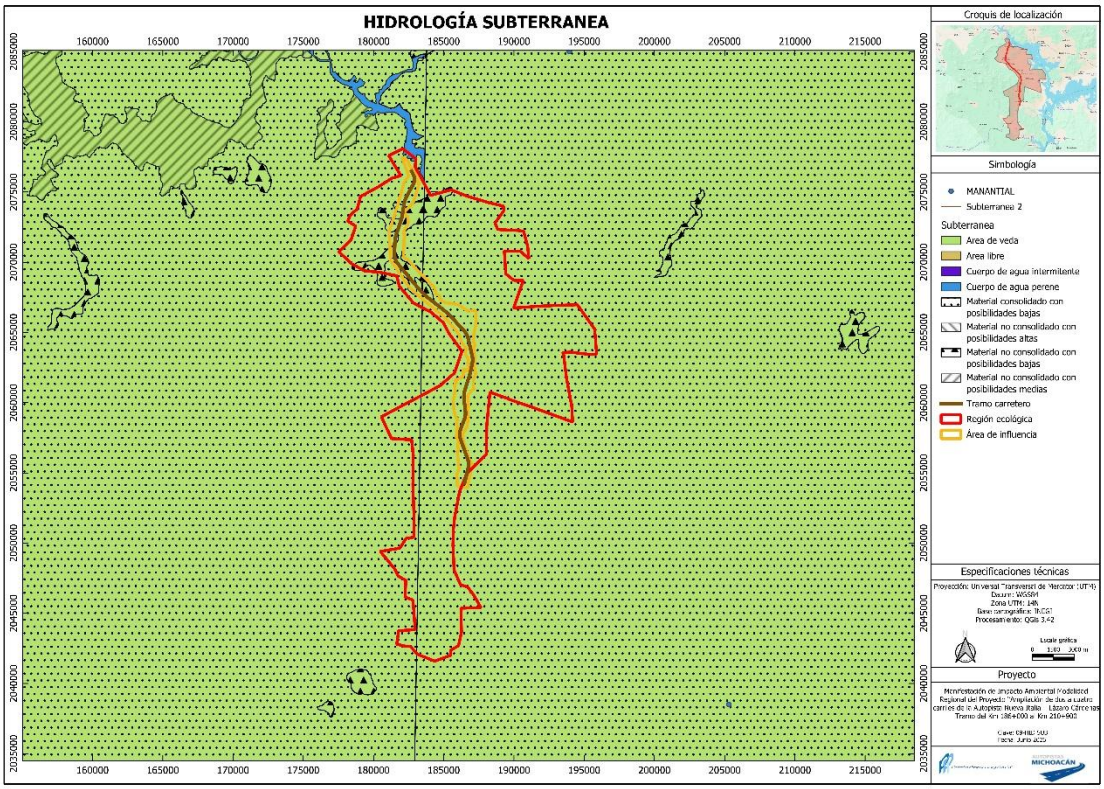


Tabla 2. Resumen hidrológico de la Región Ecológica.

Componente	Descripción
Región hidrológica	**RH18 Balsas**
Región hidrológica prioritaria	**Cuenca baja del río Balsas (Pacífico Tropical)**
Cuenca principal	**Río Balsas**
Subcuencas presentes	**Presa El Infiernillo, Río Tepalcatepec, Las Cruces, San Pedro, El Zapote y Balsas-La Garita**
Cuerpo de agua principal	**Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo)**
Tipo de drenaje predominante	**Dendrítico, conformado por numerosos cauces temporales y escurrimientos estacionales**
Corrientes superficiales	**Arroyos intermitentes y cañadas que descargan hacia el embalse de Infiernillo**
Régimen hidrológico	**Estacional, con máximos escurrimientos durante la temporada de lluvias (junio-octubre)**
Hidrología subterránea	**Asociada principalmente a materiales consolidados fracturados y depósitos aluviales locales**
Potencial hidrogeológico	**Bajo a medio, dependiendo de la litología y grado de fracturamiento**
Condición administrativa	**Predomina zona de veda para aprovechamiento de aguas subterráneas**
Zonas potenciales de recarga	**Cauces temporales, depósitos aluviales y áreas próximas al embalse de Infiernillo**
Importancia hidrológica	**Regulación de escurrimientos, recarga local, control de erosión y mantenimiento de ecosistemas asociados al sistema Balsas–Infiernillo**

La Región Ecológica forma parte de un sistema hidrológico de alta relevancia regional asociado a la cuenca del río Balsas y al embalse de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). La presencia de numerosos cauces temporales, laderas con pendientes moderadas a fuertes y una marcada estacionalidad de las precipitaciones determina una dinámica hidrológica compleja, la cual constituye un factor fundamental para el diseño de obras de drenaje, estabilización de taludes y medidas de control de erosión asociadas al

proyecto carretero. Asimismo, la conectividad entre los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos contribuye al mantenimiento de los servicios ecosistémicos y de los recursos hídricos presentes dentro de la Región Ecológica.

III.2.2.2. Medio Biótico

III.2.2.2.1 Vegetación

El estado de Michoacán presenta una alta diversidad de comunidades vegetales, resultado de la interacción entre factores climáticos, fisiográficos y edáficos. En particular, la región correspondiente a los municipios de La Huacana y Múgica se localiza dentro de la Depresión del Balsas, una unidad biogeográfica caracterizada por condiciones de clima cálido y semiárido, así como por una marcada estacionalidad en la precipitación. Esta condición genera un mosaico de comunidades vegetales dominadas por ecosistemas tropicales secos, cuya distribución y estructura están estrechamente ligadas a la disponibilidad hídrica, el relieve y el tipo de suelo.

De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI, así como con la regionalización ecológica de CONABIO y el listado florístico de la Reserva de la Biósfera Zicuirán-Infiernillo, la vegetación predominante en el área corresponde a vegetación secundaria de selva baja caducifolia, la cual constituye el tipo de vegetación dominante en la cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo y en general en la Depresión del Balsas. Este tipo de vegetación se desarrolla bajo condiciones de clima cálido subhúmedo a semiárido, con precipitaciones concentradas en verano y un periodo seco prolongado.

La selva baja caducifolia se caracteriza por comunidades arbóreas de baja altura, generalmente entre 4 y 10 metros, donde la mayoría de las especies pierde su follaje durante la época seca como mecanismo de adaptación al estrés hídrico. Entre las especies representativas destacan elementos de los géneros Bursera (copales), Lysiloma (tepeguajes), Ipomoea (cazahuates), así como especies como *Ceiba aesculifolia* (pochote). Asimismo, es común la presencia de cactáceas columnares como *Stenocereus spp*., lo cual es indicativo de condiciones de aridez estacional y suelos someros.

En zonas con mayor disponibilidad de humedad, particularmente en áreas cercanas a cauces o en depresiones con acumulación de suelo, pueden presentarse comunidades más densas o con mayor cobertura, aunque sin llegar a conformar selvas medianas bien desarrolladas. Estas variaciones estructurales responden principalmente a condiciones microambientales, como la infiltración, la profundidad del suelo y la cercanía a corrientes superficiales.

En el área de estudio también se identifican coberturas asociadas a actividades antrópicas, entre las que destacan la agricultura de temporal y de riego, pastizales inducidos y asentamientos humanos, de acuerdo con la clasificación del SIGEIA. Estas unidades reflejan la transformación del paisaje natural, particularmente en zonas planas o con accesibilidad vial.

La presencia de cuerpos de agua relevantes como la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) y corrientes permanentes como el Río La Pastoria introduce condiciones locales de mayor humedad, lo que favorece el desarrollo de vegetación secundaria más densa o comunidades riparias. Estas áreas presentan una mayor complejidad estructural y cumplen funciones ecológicas importantes, como la regulación hídrica y la provisión de hábitat para fauna.

No obstante, la configuración actual de la vegetación de la selva seca con sus diferentes asociaciones o diferentes tipos de vegetación es la forma vegetal más representativa de la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo; no obstante, el conocimiento florístico y de vegetación dentro de la Reserva es todavía muy escaso, por lo que la descripción de la selva baja se basa en los trabajos generales de Rzedowski (1978) y en otros trabajos específicos para la zona.

Adicionalmente, la región forma parte de un corredor logístico relevante vinculado al eje Lázaro Cárdenas – Uruapan, lo que ha propiciado el incremento de actividades económicas, urbanas y de transporte. Esta dinámica ha contribuido a la fragmentación del paisaje, particularmente en áreas cercanas a vialidades y centros de población, reduciendo la conectIIlidad ecológica entre parches de vegetación remanente.

Tabla 3. Listado potencial de flora en la región.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
1	*Bursera simaruba*	Palo mulato	-	-	LC
2	*Bursera bipinnata*	Copal	-	-	LC
3	*Bursera copallifera*	Copal blanco	-	-	LC
4	*Bursera fagaroides*	Copalillo	-	-	LC
5	*Bursera schlechtendalii*	Aceitillo	-	-	LC
6	*Bursera grandifolia*	Papelillo	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
7	*Bursera crenata*	Copalillo	-	-	LC
8	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate	P	-	VU
9	*Spondias purpurea*	Ciruelo	-	-	LC
10	*Cyrtocarpa procera*	Chupandía	-	-	LC
11	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	-	LC
12	*Ceiba pentandra*	Ceiba	-	-	LC
13	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	-	LC
14	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Jonote	-	-	LC
15	*Heliocarpus appendiculatus*	Jonote	-	-	LC
16	*Cordia elaeagnoides*	Barcino	-	-	LC
17	*Cordia dentata*	Palo botón	-	-	LC
18	*Cordia seleriana*	Chililllo	-	-	LC
19	*Cordia alliodora*	Laurel	-	-	LC
20	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate	-	-	LC
21	*Ipomoea murucoides*	Palo blanco	-	-	LC
22	*Ipomoea pauciflora*	Cazahuate	-	-	LC
23	*Lysiloma acapulcense*	Tepemezquite	-	-	LC
24	*Lysiloma dIllaricatum*	Tepeguaje	-	-	LC
25	*Lysiloma microphyllum*	Tepeguaje	-	-	LC
26	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	-	-	LC
27	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	-	-	LC
28	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamúchil	-	-	LC
29	*Leucaena leucocephala*	Guaje	-	-	LC
30	*Acacia farnesiana*	Huizache	-	-	LC
31	*Vachellia cornigera*	Cornizuelo	-	-	LC
32	*Vachellia campechiana*	Huizache	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
33	*Mimosa pigra*	Zarza	-	-	LC
34	*Mimosa rosei*	Uña de gato	-	-	LC
35	*Prosopis laevigata*	Mezquite	-	-	LC
36	*Prosopis juliflora*	Mezquite	-	-	LC
37	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	-	-	LC
38	*Gliricidia sepium*	Madre de cacao	-	-	LC
39	*Lonchocarpus eriocarinalis*	Mata ratón	-	-	LC
40	*Piscidia piscipula*	Jabín	-	-	LC
41	*Haematoxylum brasiletto*	Palo Brasil	-	-	LC
42	*Caesalpinia eriostachys*	Casiguano	-	-	LC
43	*Caesalpinia pulcherrima*	Tabachín	-	-	LC
44	*Cenostigma eriostachys*	Casiguano	-	-	LC
45	*Senna atomaria*	Sen	-	-	LC
46	*Senna occidentalis*	Frijolillo	-	-	LC
47	*Senna skinneri*	Sen	-	-	LC
48	*Senna wislizeni*	Sen	-	-	LC
49	*Desmanthus virgatus*	Guaje	-	-	LC
50	*Calliandra tergemina*	Calliandra	-	-	LC
51	*Randia aculeata*	Crucetillo	-	-	LC
52	*Randia echinocarpa*	Papache	-	-	LC
53	*Randia laevigata*	Cruceta	-	-	LC
54	*Guettarda elliptica*	Guettarda	-	-	LC
55	*Hintonia latiflora*	Quina	-	-	LC
56	*Exostema caribaeum*	Quina	-	-	LC
57	*Bonellia macrocarpa*	Limoncillo	-	-	LC
58	*Casearia corymbosa*	Botoncillo	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
59	*Casearia nitida*	Botoncillo	-	-	LC
60	*Castela retusa*	Amargoso	-	-	EN
61	*Guaiacum coulteri*	Guayacán	A	II	VU
62	*Tabebuia rosea*	Macuilis	-	-	LC
63	*Handroanthus impetiginosus*	Primavera	-	-	LC
64	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	-	-	LC
65	*Thevetia peruviana*	Campanilla amarilla	-	-	LC
66	*Rauvolfia tetraphylla*	Coralillo	-	-	LC
67	*Tabernaemontana tomentosa*	Jazmín	-	-	LC
68	*Hamelia patens*	Coralillo	-	-	LC
69	*Vitex mollis*	Taruma	-	-	LC
70	*Citharexylum spinosum*	Palo de violín	-	-	LC
71	*PetIIleria alliacea*	Anamú	-	-	LC
72	*RIIlina humilis*	Coralillo	-	-	LC
73	*Phytolacca icosandra*	Hierba mora	-	-	LC
74	*Croton draco*	Sangre de drago	-	-	LC
75	*Croton nIIleus*	Croto	-	-	LC
76	*Croton reflexifolius*	Croto	-	-	LC
77	*Jatropha curcas*	Piñón	-	-	LC
78	*Euphorbia hirta*	Golondrina	-	-	LC
79	*Euphorbia heterophylla*	Lechosa	-	-	LC
80	*Acalypha alopecuroides*	Acalifa	-	-	LC
81	*Acalypha havanensis*	Acalifa	-	-	LC
82	*Phyllanthus niruri*	Chancapiedra	-	-	LC
83	*Tridax procumbens*	Hierba de pollo	-	-	LC
84	*Bidens pilosa*	Aceitilla	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
85	*Parthenium hysterophorus*	Escoba amarga	-	-	LC
86	*Chromolaena odorata*	Crucita	-	-	LC
87	*Aldama dentata*	Acahual	-	-	LC
88	*Baccharis conferta*	Azoyate	-	-	LC
89	*Cyanthillium cinereum*	Hierba morada	-	-	LC
90	*Melampodium dIIlaricatum*	Acahual amarillo	-	-	LC
91	*Zinnia peruviana*	Margarita	-	-	LC
92	*Heliotropium indicum*	Cola de alacrán	-	-	LC
93	*Cleome viscosa*	Cola de rata	-	-	LC
94	*Turnera ulmifolia*	Damiana	-	-	LC
95	*Passiflora foetida*	Maracuyá silvestre	-	-	LC
96	*Passiflora suberosa*	Granadilla	-	-	LC
97	*Ipomoea alba*	Campanilla	-	-	LC
98	*Ipomoea quamoclit*	Bandera española	-	-	LC
99	*Distimake aegyptius*	Trompillo	-	-	LC
100	*Cayaponia attenuata*	Estropajo	-	-	LC
101	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardón	-	II	LC
102	*Stenocereus stellatus*	Pitaya	-	II	LC
103	*Stenocereus quevedonis*	Pitaya	-	II	LC
104	*Stenocereus fricii*	Pitayo	-	II	LC
105	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	-	II	LC
106	*Acanthocereus tepalcatepecanus*	Tasajillo	-	II	LC
107	*Opuntia lasiacantha*	Nopal	-	II	LC
108	*Opuntia atropes*	Nopal	-	II	LC
109	*Opuntia ficus-indica*	Nopal tunero	-	II	LC
110	*Mammillaria beneckei*	Biznaga	-	II	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
111	*Mammillaria xaltianguensis*	Biznaga	-	II	LC
112	*Mammillaria beiselii*	Biznaga	-	II	LC
113	*Pilosocereus purpusii*	Pitayo viejo	-	II	LC
114	*Pilosocereus alensis*	Pitayo	-	II	LC
115	*Pereskiopsis diguetii*	Cacto arbustivo	-	II	LC
116	*Agave angustifolia*	Maguey	-	-	LC
117	*Agave infiernilloensis*	Maguey	-	-	LC
118	*Hechtia sp.*	Lechuguilla	-	-	LC
119	*Furcraea foetida*	Cabuya	-	-	LC
120	*Beaucarnea recurvata*	Pata de elefante	A	II	VU
121	*Tillandsia recurvata*	Clavel del aire	-	-	LC
122	*Tillandsia ionantha*	Gallito	-	II	LC
123	*Epidendrum radicans*	Orquídea	-	II	LC
124	*Vanilla planifolia*	Vainilla	-	II	VU
125	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	-	-	LC
126	*Desmodium scorpiurus*	Trébol	-	-	LC
127	*Chamaecrista rotundifolia*	SensitIIIa	-	-	LC
128	*Centrosema pubescens*	Gallitos	-	-	LC
129	*Boerhavia coccinea*	Abrojo	-	-	LC
130	*Waltheria indica*	Tapacola	-	-	LC
131	*Melochia pyramidata*	Escobilla	-	-	LC
132	*Melochia tomentosa*	Malva	-	-	LC
133	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	-	-	LC
134	*Trianthema portulacastrum*	Verdolaga de caballo	-	-	LC
135	*Amaranthus palmeri*	Quintonil	-	-	LC
136	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
137	*Cenchrus echinatus*	Zacate cadillo	-	-	LC
138	*Bouteloua aristidoides*	Navajita	-	-	LC
139	*Eragrostis ciliaris*	Pasto amoroso	-	-	LC
140	*Digitaria sanguinalis*	Pasto dedo	-	-	LC
141	*Chloris gayana*	Pasto Rhodes	-	-	LC
142	*Cynodon dactylon*	Pasto bermuda	-	-	LC
143	*Panicum maximum*	Pasto guinea	-	-	LC
144	*Setaria parviflora*	Cola de zorra	-	-	LC
145	*Paspalum notatum*	Pasto bahía	-	-	LC
146	*Sorghum halepense*	Zacate Johnson	-	-	LC
147	*Cyperus rotundus*	Coquito	-	-	LC
148	*Cyperus articulatus*	Junco	-	-	LC
149	*Typha domingensis*	Tule	-	-	LC
150	*Phragmites australis*	Carrizo	-	-	LC
151	*Lantana camara*	Cinco negritos	-	-	LC
152	*Hyptis suaveolens*	Chan	-	-	LC
153	*Salvia polystachya*	Salvia	-	-	LC
154	*Ruellia nudiflora*	Hierba de la calentura	-	-	LC
155	*Justicia spicigera*	Muicle	-	-	LC
156	*Borreria laevis*	Botoncillo	-	-	LC
157	*Spermacoce alata*	Botoncillo	-	-	LC
158	*Euphorbia prostrata*	Lechosa rastrera	-	-	LC
159	*Euphorbia hyssopifolia*	Lechosa	-	-	LC
160	*Croton ciliatoglandulifer*	Croton	-	-	LC
161	*Tragia volubilis*	Mala mujer	-	-	LC
162	*Cnidoscolus angustidens*	Mala mujer	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
163	*Jatropha gossypiifolia*	Piñón rojo	-	-	LC
164	*Argemone mexicana*	Chicalote	-	-	LC
165	*Sida acuta*	Escobilla	-	-	LC
166	*Sida rhombifolia*	Malva	-	-	LC
167	*Abutilon trisulcum*	Malvavisco	-	-	LC
168	*Malvastrum coromandelianum*	Malva	-	-	LC
169	*Corchorus aestuans*	Traquitraqui	-	-	LC
170	*Waltheria americana*	Tapacola	-	-	LC
171	*Helicteres baruensis*	Cueramo	-	-	LC
172	*Cissus trifoliata*	Bejuco	-	-	LC
173	*Cardiospermum halicacabum*	Globo	-	-	LC
174	*Serjania schiedeana*	Bejuco	-	-	LC
175	*Passiflora edulis*	Maracuyá	-	-	LC
176	*Momordica charantia*	Cundeamor	-	-	LC
177	*Cucumis melo*	Melón (naturalizado)	-	-	LC
178	*Datura stramonium*	Toloache	-	-	LC
179	*Solanum rostratum*	Trompillo	-	-	LC
180	*Solanum americanum*	Hierba mora	-	-	LC
181	*Physalis angulata*	Tomatillo	-	-	LC
182	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo	-	-	LC
183	*Ipomoea hederifolia*	Campanilla roja	-	-	LC
184	*Ipomoea triloba*	Campanilla	-	-	LC
185	*Jacquemontia tamnifolia*	Campanilla	-	-	LC
186	*Merremia aegyptia*	Bejuco	-	-	LC
187	*Cuscuta tinctoria*	Cabellos de ángel	-	-	LC
188	*Kallstroemia maxima*	Abrojo	-	-	LC

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
189	*Tribulus cistoides*	Abrojo	-	-	LC
190	*Boerhavia erecta*	Pega ropa	-	-	LC
191	*Alternanthera pungens*	Hierba rastrera	-	-	LC
192	*Gomphrena serrata*	SiemprevIIIa	-	-	LC
193	*Amaranthus spinosus*	Quelite espinoso	-	-	LC
194	*Celosia argentea*	Terciopelo	-	-	LC
195	*Portulaca pilosa*	Verdolaga	-	-	LC
196	*Digitaria ciliaris*	Pasto	-	-	LC
197	*Eleusine indica*	Pata de gallo	-	-	LC
198	*Chloris barbata*	Pasto	-	-	LC
199	*Leptochloa filiformis*	Zacate	-	-	LC
200	*Aristida adscensionis*	Zacate tres barbas	-	-	LC

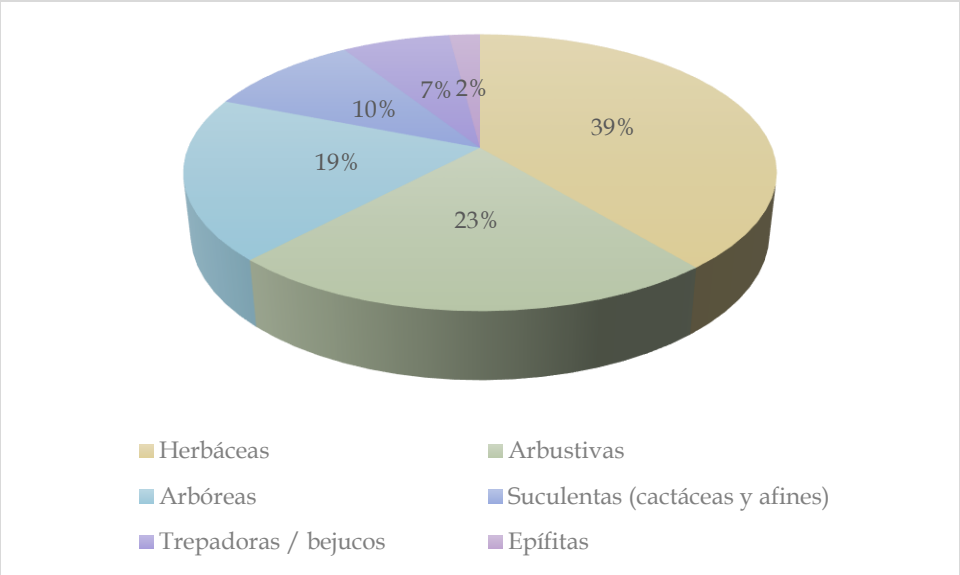
NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr= Sujeta a Protección Especial, A=Amenazada; CITES: Ap I= Apéndice I, Ap II= Apéndice II, Ap III= Apéndice III, IUCN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU) y No Evaluada (NE); Endémicas: NE (No Endémica) y EN (Endémica).

La distribución porcentual de las especies por forma de crecimiento permite visualizar de manera clara la composición de la flora potencial en la RE. A partir del listado depurado, se identificó la representación relativa de los principales estratos de vegetación, incluyendo especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, trepadoras, suculentas y epífitas.

En el área de estudio se observa una alta representatividad de especies herbáceas y arbustivas, seguida por un componente importante de especies arbóreas típicas de selva baja caducifolia. Asimismo, destaca la presencia de cactáceas y suculentas, las cuales constituyen un elemento característico de las condiciones climáticas cálidas y con marcada estacionalidad hídrica propias de la región de Tierra Caliente.

Esta composición es consistente con un sistema ambiental dominado por vegetación secundaria, pastizales inducidos y zonas con influencia antrópica, donde las especies herbáceas y arbustivas oportunistas tienden a dominar, mientras que las especies arbóreas se concentran en remanentes de vegetación mejor conservada.

Figura 13. Porcentaje de especies de flora potencial por forma de crecimiento.



Representación de la flora dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

El análisis del listado florístico potencial indica que predominan ampliamente las especies sin categoría de riesgo, lo cual es consistente con la alta proporción de vegetación secundaria y ambientes perturbados dentro de la RE.

No obstante, el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Zicuirán – Infiernillo identifica especies bajo categorías de riesgo, particularmente en Amenazada (A) y Protección especial (Pr), asociadas principalmente a selva baja caducifolia y zonas con menor grado de perturbación.

Las especies en categoría Amenazada (A) corresponden a taxa con requerimientos ecológicos más específicos o con presiones derivaddas del cambio de uso de suelo, mientras que aquellas bajo Protección Especial (Pr) incluyen especies de importancia ecológica, forestal o cultural.

Tabla 4. Especies potenciales en categoría A (Amenazada) y Pr (Protección Especial)

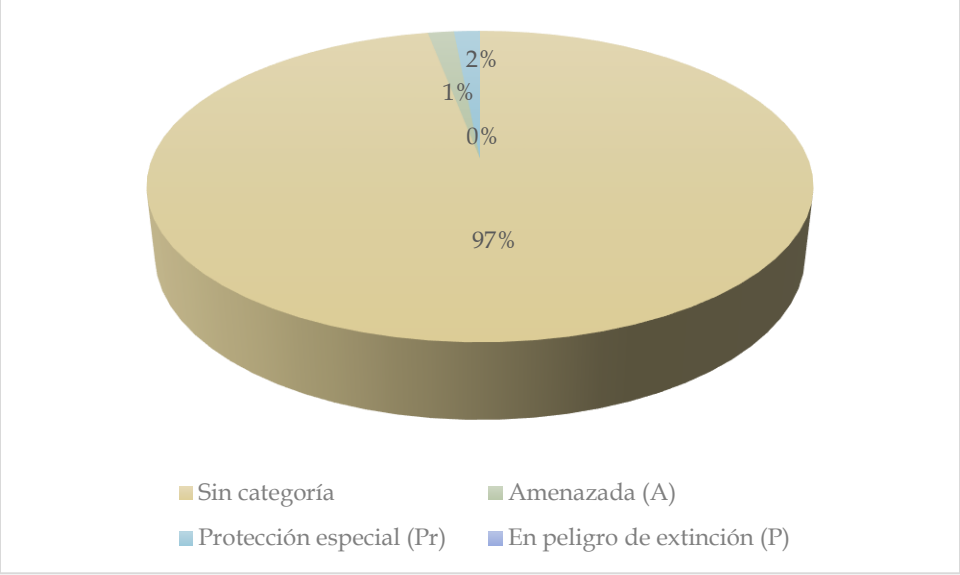
Nombre científico	A	PR
Astronium graveolens	X	
Backebergia militaris		X
Barkeria shoemakeri		X

Nombre científico	A	PR
Bursera coyucensis		*X*
Licania arborea	*X*	
Peniocereus lazaro-cardenassi		*X*
Peniocereus tepalcatepecanus		*X*
Sabal pumos		*X*
Sideroxylon capiri	*X*	
Tabebuia palmeri	*X*	

A: amenazados; Pr: protección especial.

Aunque la mayoría de las especies no presentan estatus de protección, la presencia de especies en riesgo es indicativa de que el área aún conserva elementos ecológicos relevantes, particularmente en remanentes de selva baja caducifolia en las partes altas de la RB.

Figura 14. Comparación de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la flora potencial.



Interpretación ecológica

El patrón observado es consistente con la influencia de distintos usos de suelo, entre los que destacan los asentamientos humanos, la agricultura, los pastizales inducidos, la

vegetación secundaria y zonas con marcada intervención antrópica. En este contexto, la composición florística se encuentra dominada por especies de carácter generalista, con amplia capacidad de adaptación y distribución, lo cual es indicativo de ambientes en procesos de disturbio o sucesión secundaria.

En campo, esta condición se refleja en la predominancia de estratos y formas de vida típicas de sistemas perturbados, particularmente herbáceas, gramíneas, arbustos de vegetación secundaria y elementos con alta tolerancia al disturbio. Este ensamble florístico sugiere una estructura vegetal simplificada en comparación con comunidades conservadas, aunque con variabilidad local asociada a gradientes de intervención.

No obstante, la presencia de especies bajo categorías de Protección Especial y Amenazadas resulta relevante desde el punto de vista ecológico, ya que es indicativa de la persistencia de microhábitats con condiciones ambientales aún funcionales para la conservación de elementos de mayor sensibilidad ecológica. Esto sugiere que, pese al grado de transformación del paisaje, aún existen núcleos o remanentes con características de mayor integridad ecológica.

Estas especies tienden a concentrarse principalmente en remanentes de vegetación conservada, en zonas con menor intensidad de intervención y en áreas que presentan condiciones microambientales favorables, tales como mayor disponibilidad de humedad, menor compactación del suelo o mayor cobertura vegetal.

El listado florístico incluye especies con alto valor ecológico y relevancia regional, particularmente aquellas asociadas a la selva baja caducifolia, ecosistema que ha sido ampliamente transformado en el territorio nacional. En este sentido, su presencia adquiere relevancia como indicador de persistencia de elementos representativos del ecosistema original.

La ocurrencia de estas especies es indicativa de la importancia del área en términos de conservación de biodiversidad, conectIIlidad ecológica a escala regional y mantenimiento de funciones ecosistémicas esenciales, como la regulación hidrológica, la protección del suelo y el soporte de redes tróficas locales.

Evaluación con instrumentos internacionales

A nivel internacional, se consultaron instrumentos como la International Union for Conservation of Nature y la CITES, con el objetIIIo de identificar especies con estatus de conservación global.

Tabla 5. Especies potenciales en categoría de riesgo según la IUCN

Nombre común	Nombre científico	Categoría IUCN
Amargoso	*Castela retusa*	EN
Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*	VU
Pata de elefante	*Beaucarnea recurvata*	VU
Guayacán	*Guaiacum coulteri*	VU
Caoba	*Swietenia humilis*	VU
Vainilla	*Vanilla planifolia*	VU

Tabla 6. Especies de flora incluidas en la CITES

Nombre común	Nombre científico	Apéndice CITES
Caoba	*Swietenia humilis*	II
Guayacán	*Guaiacum coulteri*	II
Cardón	*Pachycereus pecten-aboriginum*	II
Pitaya	*Stenocereus stellatus*	II
Biznaga	*Mammillaria spp.*	II
Orquídea	*Epidendrum radicans*	II
Vainilla	*Vanilla planifolia*	II
Gallito	*Tillandsia ionantha*	II

La flora potencial del área de estudio refleja un sistema ambiental dominado por especies tolerantes a disturbio, pero que aún conserva elementos de alto valor ecológico asociados a la selva baja caducifolia.

La presencia de especies bajo regulación nacional e internacional es indicativa de la relevancia ambiental de la RE, así como de la necesidad de implementar medidas de manejo y conservación que eviten afectaciones a estas especies.

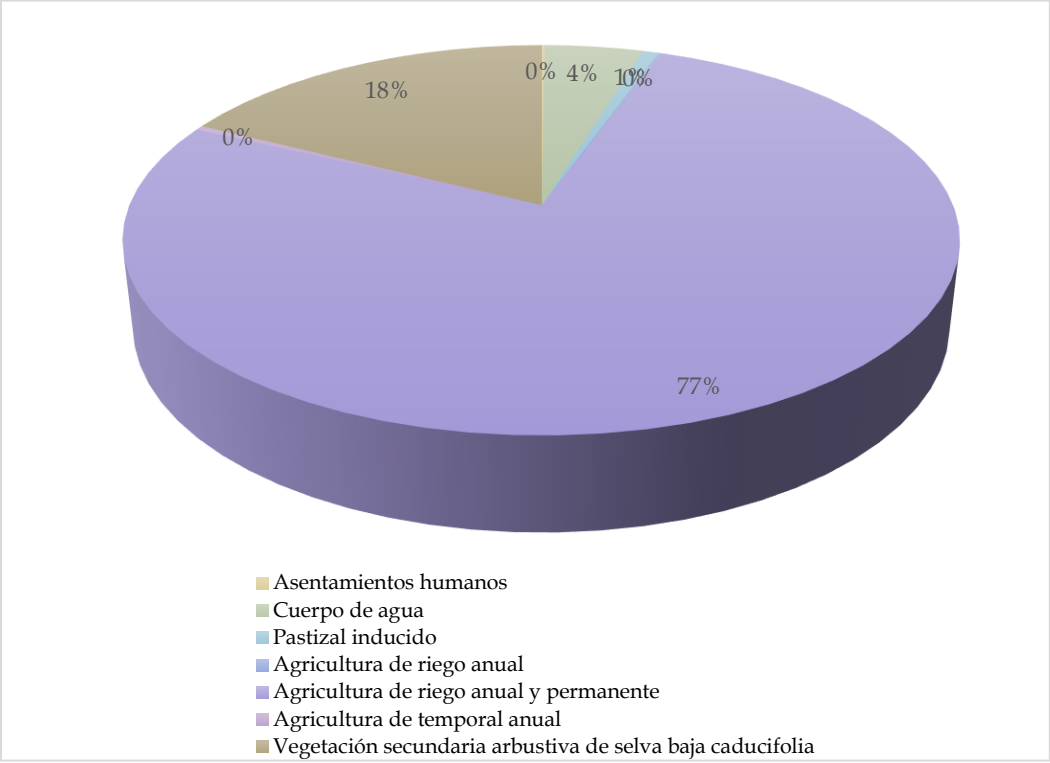
La composición florística evidencia un sistema heterogéneo, donde coexisten especies generalistas con especies de mayor especialización ecológica, lo cual es indicativo de la importancia de mantener la integridad de los remanentes de vegetación natural dentro del área del proyecto.

Caracterización de la vegetación

El muestreo de vegetación constituye una herramienta fundamental para la obtención de información relacionada con la composición florística, la estructura y el estado de conservación de las comunidades vegetales presentes en la RE, así como en el Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), lo cual permite evaluar su condición ecológica y su relación espacial y funcional dentro del territorio. Para ello, se integró información cualitatIIIa y cuantitatIIIa de los recursos vegetales, considerando además las características del medio físico en el que se desarrollan.

El análisis de la vegetación partió de la identificación de los tipos presentes en la RE y su correspondencia con aquellos localizados en el AP, lo cual permitió establecer su representatividad, continuidad ecológica y grado de interacción. Previo a la salida de campo, las unidades de vegetación fueron delimitadas con base en la cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI, complementada con información del SIGEIA, a partir de la cual se identificaron las principales coberturas presentes en el área de estudio. En este contexto, se reconoce la dominancia de coberturas de origen antrópico, particularmente agricultura de riego y temporal, así como la presencia de vegetación secundaria arbustiva derivada de la selva baja caducifolia (VSa/SBC), además de pastizales inducidos, cuerpos de agua y asentamientos humanos.

Figura 15. Superficie por tipo de vegetación y uso de suelo



El análisis de la distribución de superficies muestra una clara predominancia de coberturas asociadas a actividades productivas, destacando la agricultura de riego anual y permanente como el uso de suelo dominante, al concentrar aproximadamente el 76.57% del total de la RE, lo cual es indicativo de un territorio altamente transformado por actividades agropecuarias intensivas. En segundo término, la vegetación secundaria arbustIIIa de selva baja caducifolia representa alrededor del 17.52%, evidenciando la presencia de remanentes de vegetación natural en proceso de regeneración.

En menor proporción se identifican los cuerpos de agua, con aproximadamente 4.52%, asociados principalmente a infraestructura hidráulica y corrientes permanentes; mientras que el pastizal inducido representa cerca del 0.73%, reflejando zonas destinadas a uso pecuario. Las coberturas con menor representación corresponden a la agricultura de temporal (0.39%), y los asentamientos humanos (0.13%), las cuales, aunque limitadas en superficie, contribuyen a la heterogeneidad del paisaje.

Esta distribución es indicativa de que la RE y la Reserva de la Biósfera han sido fuertemente modificada, donde predominan las actividades agrícolas sobre la vegetación natural, y en el que los remanentes de selva baja caducifolia se presentan de manera fragmentada y en distintos estados sucesionales.

Con base en esta información, se definió la ubicación preliminar de los sitios de muestreo, cuyas coordenadas fueron cargadas en un equipo GPS para su verificación en campo. Durante los recorridos, se corroboró el tipo de vegetación en cada sitio, contrastando la información observada con la cartografía disponible, lo cual permitió validar la correspondencia entre ambas fuentes y realizar ajustes puntuales en la clasificación de las unidades vegetales tanto en la RE como en la AI y en el AP.

El esfuerzo de muestreo se orientó a caracterizar la composición florística, la estructura de la vegetación y su estado de conservación, así como a identificar especies de interés, incluyendo aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, los recorridos se planificaron para cubrir de manera representativa las distintas unidades de vegetación presentes, priorizando aquellas con mayor relevancia ecológica o grado de conservación, lo cual es indicativo de una optimización del esfuerzo de muestreo en función de las condiciones del sitio.

En total, se establecieron sitios de muestreo distribuidos a lo largo de la RE, AI y del AP, abarcando tanto áreas con vegetación secundaria como zonas con uso de suelo antrópico, lo que permitió obtener una caracterización representativa de las condiciones actuales de la vegetación en el área de estudio.

Tabla 7. Sitios de muestreo dentro de la RE

ID	X	Y
1	815184.32	2076995.76
2	815726.88	2076188.13
3	815545.55	2074322.31
4	815090.77	2071685.55
5	815495.29	2069964.47
6	183777.16	2068798.98

ID	X	Y
7	185663.02	2067129.28
8	187085.53	2066767.62
9	187285.55	2065003.97
10	186522.85	2063663.52
11	185355.04	2052217.28
12	184904.99	2050399.59
13	183625.3	2047971.27
14	183361.08	2047465.81
15	816530.76	2047542.34
16	815471.56	2047743.7
17	815519.94	2042921.52
18	186134.45	2043251.16
19	185931.21	2043929.5
20	186191.2	2045028.02

Tabla 8. Sitios de muestreo dentro de el AI

ID	X	Y
1	185124.19	2076998.25
2	185635.21	2076208.66
3	185876.01	2075679.02
4	185576.01	2074361.02
5	185169.01	2072588.01
6	186080.94	2069344.69
7	185649.75	2067058.8

ID	X	Y
8	186657.41	2066545.96
9	187153.87	2064979.4
10	186963.95	2064037.71
11	186204.8	2061821.32
12	185681.52	2059996.48
13	185908.91	2058493.15
14	185976.11	2058316.13
15	185930.54	2057902.67
16	186017.94	2056850.07
17	186016.44	2056019.4
18	185960.11	2054395.67
19	186344.37	2054071.82
20	186495.8	2054019.78

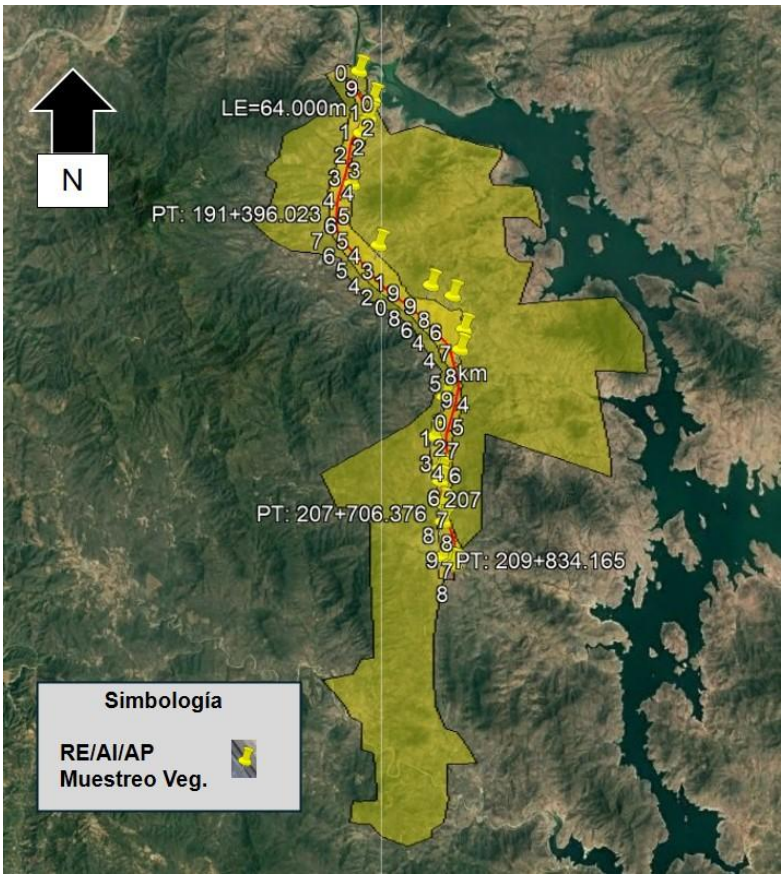
Tabla 9. Sitios de muestreo dentro del AP

ID	X	Y
1	186726.13	2055224.85
2	186544.4	2059500.89
3	186887.19	2063960.06
4	184014.77	2067368.32
5	814351.03	2070797.25
6	186159.01	2057815.01
7	187078.83	2062854.01
8	186076.01	2065494.01

ID	X	Y
9	815573.01	2068744.02
10	814406.01	2071824.01
11	814876.02	2073821.01
12	815222	2076684

A continuación, se presentan las ubicaciones correspondientes a los sitios de muestreo:

Figura 16. Sitios de muestreo de flora en la RE /AI/AP



Metodología

Los recorridos de campo se realizaron en un horario aproximado de 09:00 a 17:00 horas, priorizando condiciones adecuadas de iluminación y seguridad para el desarrollo de las actividades. Durante el trabajo en campo se utilizó equipo básico para el registro de información, incluyendo un sistema de posicionamiento global (GPS Garmin modelo 62sc), cámara fotográfica digital, tableta electrónica para captura de datos, así como equipo de protección personal. De manera complementaria, se contó con herramientas auxiliares para el reconocimiento de fauna durante los recorridos.

El diseño de muestreo se estructuró con base en la delimitación previa de las unidades de vegetación, realizada a partir de la cartografía de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI y su contraste con información del SIGEIA, así como en la interpretación de imágenes satelitales recientes. A partir de este análisis, se definieron sitios de muestreo representativos para los principales tipos de cobertura presentes en la Región Ecológica (RE), particularmente la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VSa/SBC), así como zonas de transición con uso agropecuario y la cercanía a las localidades.

El muestreo se llevó a cabo mediante una estrategia dirigida, priorizando zonas accesibles y representatIIIas de cada unidad de vegetación, lo cual es indicativo de un enfoque sistemático adaptado a las condiciones de seguridad y accesibilidad en la región. Esta aproximación permitió cubrir la variabilidad espacial de las comunidades vegetales, manteniendo la representatividad del análisis.

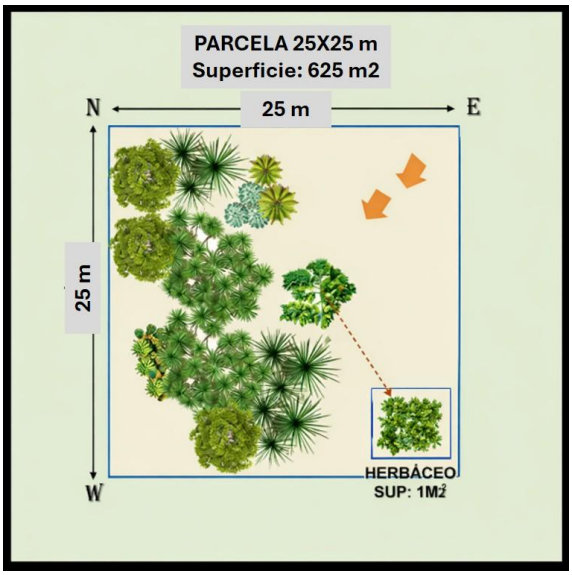
Para las unidades de vegetación natural y secundaria, principalmente selva baja caducifolia en su variante secundaria arbustiva, se establecieron parcelas de muestreo en las que se registró la composición florística y la estructura de la vegetación. En cada sitio se identificaron las especies presentes, se cuantificó el número de individuos por especie y se registraron variables estructurales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura estimada, la cobertura vegetal, la estratificación y las evidencias de perturbación.

En total, se establecieron 20 cuadrantes de muestreo dentro de la RE, distribuidas estratégicamente para cubrir la heterogeneidad de la vegetación presente y asegurar la representatividad de las condiciones ecológicas del área de estudio.

Tamaño y forma de los sitios

La definición del tamaño y forma de las unidades de muestreo constituye un elemento clave para garantizar la representatividad de la información ecológica, manteniendo un balance entre la precisión en la caracterización de la vegetación y la viabilidad operativa en campo. En este sentido, para la caracterización de la RE se emplearon parcelas de forma cuadrada con dimensiones de 25 × 25 m, equivalentes a una superficie de 625 m².

Figura 17. Esquema representativo de las parcelas de muestreo de 25 × 25 m empleadas en la caracterización de la vegetación de la RE.



El uso de parcelas de 625 m² es una práctica ampliamente empleada en estudios ecológicos de comunidades tropicales secas, particularmente en ecosistemas como la selva baja caducifolia, donde la densidad, el porte y la heterogeneidad de los individuos permiten una adecuada captura de la variabilidad estructural y florística a esta escala. Este tamaño de parcela resulta adecuado para caracterizar comunidades en distintos estados sucesionales, especialmente en contextos donde predominan coberturas secundarias y vegetación de baja altura.

Figura 18. Muestreos de flora en la RE/AI y en el AP.



Finalmente, para las unidades correspondientes a usos de suelo antrópicos (agricultura, pastizales inducidos y asentamientos humanos) no se establecieron parcelas de muestreo, ya que su caracterización se realizó mediante observación directa y registro de cobertura, al no requerirse el análisis detallado de parámetros estructurales en este tipo de ambientes.

Abundancia, riqueza específica y diversidad de flora presente en la RE y AP

Como resultado del levantamiento de información en campo dentro la RE, se registró una riqueza total de 07 especies vegetales, distribuidas en los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y cactáceo, con un total de 678 individuos contabilizados en las superficies de muestreo. Esta composición florística es representativa de comunidades de selva baja caducifolia en condición secundaria, fuertemente influenciadas por actividades antrópicas y por la cercanía de la carretera estatal 37, lo cual se refleja en la dominancia de especies adaptadas a dichas condiciones.

El muestreo se realizó mediante 20 sitios de evaluación, establecidos en unidades representativas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VSa/SBC), utilizando parcelas de 625 m². En cada sitio se registró la composición florística, abundancia por especie y variables estructurales de la vegetación. De forma complementaria, se evaluaron condiciones de cobertura, grado de perturbación y estado sucesional, lo cual es

indicativo de una alta heterogeneidad espacial dentro del sistema, con mosaicos de vegetación en diferentes etapas de regeneración.

El estrato arbóreo registró 47 individuos distribuidos en 3 especies, con predominio de elementos nativos propiso a la selva baja caducifolio. Sobresalen *Bursera fagaroides* (20 ind.), seguido por *Lysiloma divaricata* (14 ind.) y *Lysiloma microphyllum* (13 ind.). La presencia de estas especies es indicativa de un dosel fragmentado y en proceso de regeneración secundaria.

El estrato arbustivo estuvo representado por 583 individuos y 3 especies, dominado por *Vachellia cochliacantha* en su forma arbustiva (413 ind.), lo cual evidencia una fuerte expansión de especies espinosas que han sido asociadas a disturbio.

El componente de cactáceas estuvo representado solo por 48 individuos de una sola especie *Pachycereus weberi* (14 ind.). Su presencia refuerza el carácter estacionalmente seco del sistema y su adaptación a condiciones de estrés hídrico, así como a suelos expuestos y pedregosos.

El estrato herbáceo no presento especies ni individuos debido a que como se menciono anteriormente, los suelos de la RE en las partes altas son pedregosos.

En el caso de el AI, no se presenta el estrato arbóreo, por lo que el estrato arbustivo estuvo representado por 696 individuos y 7 especies, dominado por *Senna wislizeni* en su forma arbustiva (432 ind.), lo cual evidencia una fuerte expansión de especies espinosas que han sido asociadas a disturbio.

El componente de cactáceas estuvo representado solo por 2 especies con 138 individuos de dos especies *Pachycereus weberi* (128 ind.) y *Opuntia bensonii* (10 ind.). Su presencia refuerza el carácter estacionalmente seco del sistema y su adaptación a condiciones de estrés hídrico, así como a suelos expuestos y pedregosos.

El estrato herbáceo no presento especies ni individuos debido a que como se menciono anteriormente, los suelos de la RE en las partes altas son pedregosos.

Por lo que debido a la cercanía con las localidades es evidente que las especies presentes han sido mantenidas como cercas vivas (arbustivas) y otras con fines de ornamentales (cactáceas).

Mientras que el Área del Proyecto (AP), el muestreo se realizó dentro del derecho de vía, en zonas con vegetación altamente perturbada y sujeta a mantenimiento continuo. A partir del levantamiento en campo, se registró un total de 8 especies, distribuidas en tres estratos (herbáceo, arbustivo y cactáceo), con una clara dominancia del estrato arbustivo tanto en riqueza como en cobertura.

La vegetación presente corresponde principalmente a comunidades secundarias derivadas de disturbio, dominadas por especies de amplia plasticidad ecológica. El estrato arbustivo concentra la mayor riqueza (6 especies), destacando elementos típicos que se adapatan rápidamente a ambientes alterados, tales como: *Vachellia farnesiana, Acacia cochliacantha* y *Acacia angustissima*.

El estrato herbáceo es representado solo por una especie, lo que indica una baja riqueza y una distribución extensa, integrado por *Brachiaria molle,* en donde esta especie se ha establecido principalmente por lo cultivos de pastizal inducido en los alrededores, que han propiciado su establecimiento dentro del derecho de vía.

Por su parte, el estrato de cactáceas está representado por una especie (*Pachycereus weberi*), la cuale se distribuye de manera puntual en sitios con menor competencia vegetal y alta exposición solar, lo cual es consistente con sus requerimientos ecológicos.

No se presentan especies en el estrato arbóreo lo cual responde a las condiciones físicas y funcionales del derecho de vía, donde las actividades de desmonte, limpieza y control de vegetación impiden el establecimiento de individuos de mayor porte.

La vegetación del Área del Proyecto presenta una estructura simplificada, baja complejidad ecológica y una clara dominancia de especies que han sabido adaptarse a las condiciones actuales, lo cual es indicativo de un sistema modificado, lo cual ha sido así desde la construcción de la actual autopista. Esta condición contrasta con la mayor diversidad, estratificación y organización estructural observada en la Región Ecológica (RE), donde se mantienen comunidades vegetales con mayor grado de conservación y funcionalidad ecológica.

Cálculo de índices de diversidad y estructura de la vegetación

A partir de esta información se calcularon parámetros ecológicos como densidad relativa, frecuencia y dominancia relativas, esta última a partir del área basal de los individuos, integrándose posteriormente el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual permite identificar las especies con mayor relevancia ecológica dentro de cada comunidad vegetal.

$$IVI = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

El cálculo de los parámetros estructurales (densidad, frecuencia, dominancia) y del Índice de Valor de Importancia (IVI) se aplicó exclusivamente a las unidades de vegetación correspondientes a selva baja caducifolia (SBC) dentro la RE, AI y AP.

Para las unidades correspondientes a usos de suelo antrópicos, tales como agricultura, pastizales, asentamientos humanos y áreas desprovistas de vegetación, no se realizó muestreo cuantitativo ni cálculo de parámetros estructurales, debido a que se trata de sistemas altamente transformados, con baja complejidad estructural y dominados por especies cultivadas o inducidas. En estos casos, la caracterización se realizó mediante recorridos de campo y puntos de observación dirigidos, en los cuales se registraron las condiciones generales del sitio, especies dominantes cuando fue aplicable, evidencias de perturbación y su relación con la vegetación natural circundante.

- **Abundancia**

La abundancia es el número de individuos de una especie en un área determinada.

Abundancia (A): $$A = \frac{N}{h}$$

Donde:
N = Número de individuos por especie
h = superficie total de muestreo

Abundancia relativa (Ar): $$Ar = \frac{Ni}{Nt} X\ 100$$

Donde:
Ni = Número de individuos de la especie X
Nt = ∑ de los individuos de todas las especies

- **Frecuencia**

La frecuencia es la existencia o la falta de una especie en un área determinada. La frecuencia absoluta se expresa en porcentajes. La frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies. Las frecuencias dan una primera idea aproximada de la homogeneidad o heterogeneidad de un ecosistema. Los valores de frecuencia indican la variedad de especies que se mezclan de un lugar a otro.

Frecuencia (F): $$F = \frac{Ni}{Nt} X\ 100$$

Donde:

Ni = Número de veces que se registra la especie en los sitios de muestreo

Nt = Número total de individuos en el área de muestreo

Frecuencia relativa (Fr): $$Fr = \frac{Ni}{Nt} X\ 100$$

Donde:

Ni = Valor de frecuencia de la especie X

Nt = ∑ de la frecuencia de todas las especies (la frecuencia es el porcentaje de submuestras en las que aparece una especie)

- **Área Basal (dominancia)**

El área basal es sinónimo de dominancia y se obtiene al registrar el Perímetro a la Altura del Pecho (PAP). Los valores del área basal permiten representar numéricamente el porcentaje (%) aproximado de área que ocupa cada individuo y cada grupo de especies en los distintos estratos de una comunidad vegetal. Se expresa como porcentaje (%) de la superficie total. Se utiliza con mucha frecuencia como medida de la abundancia de los atributos de una comunidad.

Dominancia (C): $$Do = \frac{Doi}{At}$$

Donde:

Di = Área basal indIIIidual de la especie (m^2)

At = superficie total de muestreo

Dominancia relativa (Dor): $$Dor = \frac{Doi}{Dot} X\ 100$$

Donde:

Doi = Área basal de la especie X

Dot = ∑ Área basal de todas las especies

- **Índices de biodiversidad**
  - **Índice de Shannon-Wiener o Shannon**

La base de datos utilizada para la obtención del índice de diversidad de Shannon-Wiener o Shannon (Shannon y Weaver, 1949) está basada en el número de registros de las especies encontradas en cada zona de muestreo, a través de los datos recabados en la visita a campo del proyecto.

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (alfa); el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver o Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), es un derIIIado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Conceptualmente el índice de Shannon es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes. Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso se tiene un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1.0, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie. El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

Fórmula empleada para la obtención del índice de Shannon:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} \pi i \ln \pi i$$

Donde: S= número de especies (la riqueza de especies)

πi= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni\N

ni= número de individuos de la especie i

N= número de todos los individuos de todas las especies

Uno de los aspectos distintIIIos de las comunidades naturales, es la diferencia existente entre ellas en cuanto a su riqueza específica. En general, se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco *et al.,* 1998).

- **Equidad de Pielou**

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Fórmula empleada para la obtención del índice de Equidad o equitatividad (Pielou):

$$J' = \frac{H'}{H'MAX}$$

Donde: H': índice de Shannon-Wiener

H'max: diversidad máxima (H'max) de la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad perfectamente equitatIIIas.

Para la obtención de los resultados de diversidad, se empleó el software Past v. 3.0 siendo este software de uso libre, representando una útil herramienta para la obtención de resultados estadísticos de ámbito ecológico. La base de datos se ingresó a dicho software y se procedió a correr el análisis de diversidad, específicamente para la obtención del índice de Shannon y Equidad de Pielou.

La toma de fotografías georreferenciadas en campo y el registro sistemático de la información constituyen la evidencia del trabajo realizado, permitiendo sustentar los resultados obtenidos y facilitar su verificación, mismos que se presentan en el anexo fotográfico correspondiente.

Suficiencia del muestreo

La suficiencia del muestreo se evaluó con base en criterios de representatividad ecológica, considerando la heterogeneidad de las unidades de vegetación presentes en la RE, su extensión, así como las condiciones de accesibilidad y seguridad durante los trabajos de campo.

El diseño de muestreo se estructuró de manera dirigida, priorizando la cobertura de las unidades de vegetación natural y secundaria, principalmente selva baja caducifolia (SBC) en sus variantes arbórea y arbustiva. Este enfoque permitió abarcar la variabilidad estructural y florística de las comunidades vegetales presentes, concentrando el esfuerzo en los componentes de mayor relevancia ecológica.

Para evaluar la suficiencia del número de unidades de muestreo, se empleó el modelo matemático propuesto por Mostacedo y Fredericksen, el cual permite estimar un tamaño de muestra representativo con base en la variabilidad de los datos. El muestreo fue planteado bajo un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo del 10%, valores comúnmente utilizados en estudios ecológicos para garantizar la confiabilidad de los resultados.

La expresión utilizada es la siguiente:

$$n = (t^2 \cdot CV^2) / (E^2 + ((t^2 \cdot CV^2) / N))$$

Donde:

N = número total de unidades muestrales en la población

E = error de muestreo

t = valor de la distribución t de Student (α = 0.05, dos colas)

CV = coeficiente de variación

El coeficiente de variación se estimó mediante la relación entre la desviación estándar y la media de los datos (CV = desviación estándar / media × 100), lo cual es indicativo de una variabilidad moderada en la distribución de la vegetación.

Considerando un nivel de confianza del 90% y 95%, un nivel de significancia de α = 0.05, los grados de libertad y dos colas, se obtuvo el valor de t, por lo que se obtuvieron los tamaños de muestra de las unidades correspondientes tanto para el AP, la AI y la RE; lo cual establece el número mínimo de sitios requeridos para alcanzar una representatividad estadística adecuada.

Los sitios de muestreo se distribuyeron a lo largo de la RE, AI y AP en zonas representativas de cada tipo de vegetación y dentro del derecho de vía del trazo del proyecto, lo cual es indicativo de una adecuada cobertura espacial del área de estudio. La

selección de los sitios consideró la validación en campo de la cartografía de uso de suelo y vegetación, así como la homogeneidad observada en amplias porciones del paisaje.

El cálculo de los parámetros estructurales (densidad, frecuencia y dominancia) y del Índice de Valor de Importancia (IVI) se aplicó exclusIIIamente a las unidades de vegetación correspondientes a selva baja caducifolia (SBC) dentro de la RE, AI y AP por tratarse de comunidades con estructura leñosa bien definida que permite la estimación de área basal y la comparación de atributos ecológicos.

De acuerdo con enfoques metodológicos en ecología de comunidades (Margalef, 1974), la suficiencia del muestreo no depende únicamente del número de unidades muestrales, sino de la capacidad del diseño para representar la diversidad y estructura de la comunidad vegetal. En este sentido, el número de sitios establecidos, en conjunto con los recorridos de campo y puntos de observación, permitió obtener información consistente sobre la composición florística y estructura de la vegetación.

Adicionalmente, se evaluó la representatividad del muestreo mediante curvas de acumulación de especies, a partir de la información obtenida en las unidades de muestreo correspondientes a la SBC, la evaluación de suficiencia de muestreo se restringió a las unidades de vegetación de selva baja caducifolia (SBC), por constituir la única comunidad vegetal muestreada de manera sistemática y homogénea dentro de la RE, AI y AP. Para ello, se empleó el programa EstimateS, el cual permite estimar la riqueza de especies observada y esperada mediante procedimientos de aleatorización y estimadores no paramétricos. La matriz de incidencia se construyó a partir de la presencia/ausencia de especies por unidad de muestreo, lo cual es indicativo de la distribución espacial de las especies dentro de la comunidad y permite la estimación robusta de la riqueza mediante métodos no paramétricos. Este análisis permite evaluar el incremento en el número de especies registradas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, identificando tendencias de estabilización en la riqueza observada, lo cual es indicativo del grado de cobertura del inventario florístico.

Estrato Arbóreo RE /AI y AP

En relación con el estrato arbóreo muestreado en la RE, se registró un total de 4 especies, entre las que destacan *Bursera fagaroides, Lysiloma divaricata y Lysiloma microphyllum*. En este conjunto, *Bursera fagaroides* presenta la mayor abundancia relativa

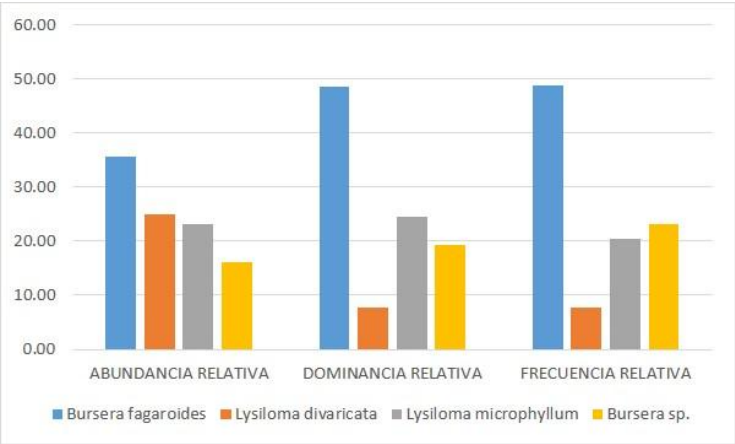
(42%) y el valor más alto de importancia ecológica, seguida por *Lysiloma divaricata*, lo cual es indicativo de una comunidad arbórea fuertemente influenciada por especies pioneras, tolerantes a disturbio y con amplia capacidad de adaptación a condiciones edáficas variables y ambientes intervenidos.

En este contexto, la estructura del dosel de la RE se encuentra determinada principalmente por especies de rápido establecimiento y alta resiliencia ecológica, con presencia significativa de elementos tanto nativos y representativos de la selva, mezclados con mosaicos de vegetación secundaria.

En contraste, dentro del Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) no se registró la presencia de un estrato arbóreo propiamente desarrollado durante el muestreo, lo cual es indicativo de una simplificación estructural extrema del componente leñoso. Esta condición se asocia directamente a las características del derecho de vía y a las localidades aledañas, donde la apertura del terreno, la remoción sistemática de la cobertura vegetal y las actividades de mantenimiento periódico limitan el establecimiento y crecimiento de individuos arbóreos. En consecuencia, estas áreas se mantienen en etapas sucesionales tempranas, dominadas por vegetación arbustiva, sin que se consolide una estructura vertical compleja.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual integra los componentes de abundancia, frecuencia y dominancia relativa.

Figura 19. Índices de valor de importancia (%) de las especies arbóreas registradas en la RE.



Los resultados muestran una estructura del estrato arbóreo dominada por un conjunto reducido de especies con alta representatividad ecológica. En particular, *Bursera*

fagaroides presenta los valores más altos de IVI. En conjunto, estas especies concentran una proporción significativa del valor total del IVI, lo cual es indicativo de su papel determinante en la conformación estructural y funcional del estrato arbóreo dentro de la RE.

Tabla 10. Índices de valor de importancia (%) de las especies arbóreas registradas en la RE.

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
1	*Bursera fagaroides*	20	35.71	48.45	48.72	132.88
2	*Lysiloma divaricata*	14	25.00	7.81	7.69	40.50
3	*Lysiloma microphyllum*	13	23.21	24.46	20.51	68.19
4	*Bursera sp.*	9	16.07	19.29	23.08	58.43
TOTAL			100	100	100	300

La estructura observada es indicativa de un sistema dominado por especies típicas de la selva, pero que se han adaptado a ambientes modificados y de transición, donde coexisten elementos adaptados a condiciones secas.

Complementariamente, el análisis de diversidad mediante el índice de Shannon (H' = 1.35) refleja una diversidad baja dentro del estrato arbóreo. Al compararse con la diversidad máxima teórica (H'max = 1.38), se obtiene un valor de equitatividad (J = 0.97), lo cual es indicativo de una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas, sin una dominancia absoluta extrema por parte de una sola especie.

Estrato Arbustivo RE/AI y AP

En relación con el estrato arbustivo muestreado en la RE, se registró un total de 3 especies características de vegetación secundaria, entre las que destacan *Haematoxylum brasiletto, Randia sp. y Vachellia cochliacantha*. De éstas, *Vachellia cochliacantha* se posiciona como la especie más abundante, seguida por *Haematoxylum brasiletto*, lo cual es indicativo de su alta capacidad de colonización y dominancia en ambientes con

disturbio. En menor proporción se registran especies del género Randia, reflejando una contribución más limitada dentro del ensamblaje arbustivo.

La composición del estrato arbustivo en la RE y AI corresponde a comunidades propias de la selva secundaria, donde predominan especies pioneras y oportunistas que toleran condiciones de alta radiación y suelos someros. En particular, la dominancia de *Vachellia cochliacantha y Senna wislizeni* refleja condiciones de apertura del dosel y disturbio intermedio, ya que ambas especies son típicas de vegetación secundaria y áreas intervenidas.

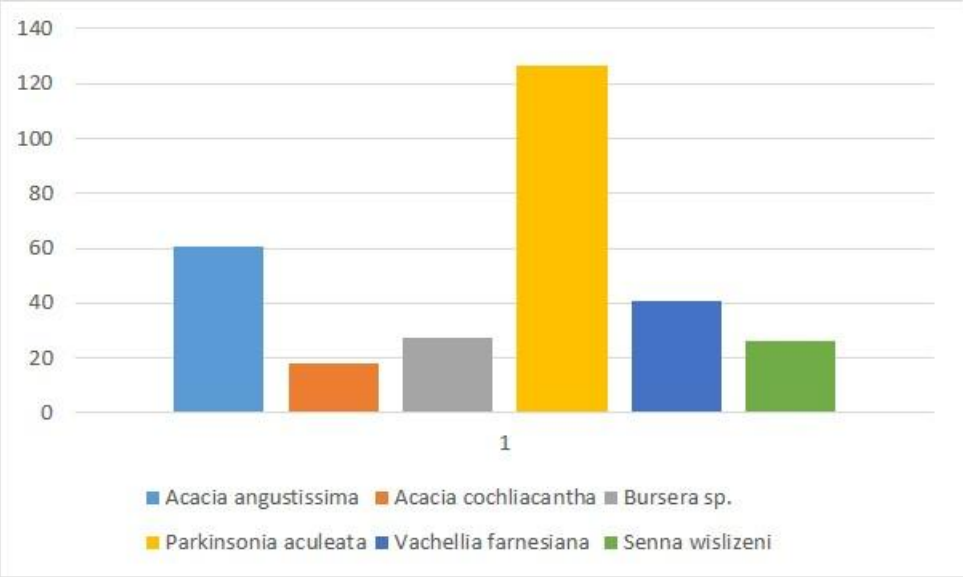
En contraste, en el Área de Proyecto (AP) se registra una reducción significativa en la riqueza y complejidad del estrato arbustivo, con presencia limitada de especies del género *Acacia* y *Vachellia*, lo cual es indicativo de condiciones de alta perturbación, debido a su comportamiento oportunista y su capacidad para establecerse en suelos alterados. La media diversidad arbustiva en el AP refleja una estructura simplificada, donde este estrato se encuentra restringido por actividades de mantenimiento, remoción de vegetación y condiciones físicas del derecho de vía y la cobertura selectiva de las localidades circundantes.

La vegetación arbustiva del Área del Proyecto presenta una estructura incipiente y fragmentada, dominada por especies limitada estratificación, lo cual es indicativo de un sistema sujeto a disturbio continuo que restringe el desarrollo de comunidades más complejas. No obstante, la presencia de especies con alta capacidad de colonización sugiere una dinámica activa de regeneración secundaria, condicionada por factores como la compactación del suelo, la disponibilidad de humedad y los efectos de borde, definiendo un sistema de baja diversidad, pero con potencial de recuperación en ausencia de perturbaciones recurrentes.

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato arbustivo evidencia una estructura dominada por 6 especies con alta representatividad, destacando *Parkinsonia aculeata*, seguida por las especies del género *Acacia* y *Vachellia*. En conjunto, estas especies concentran la mayor proporción del IVI total, lo cual es indicativo de una fuerte dominancia dentro del estrato y una baja equidad en la distribución de la importancia ecológica.

Las especies dominantes presentan los valores más altos, lo que refleja su elevada densidad dentro de los sitios de muestreo. No obstante, se observan diferencias en su frecuencia relativa, lo cual es indicativo de patrones de distribución espacial diferenciados, desde especies ampliamente distribuidas hasta aquellas con presencia más localizada.

Figura 20. Comparativo de los índices de diversidad del estrato arbustivo.



Por su parte, algunas especies destacan por su dominancia relativa, lo que sugiere la presencia de individuos con mayor cobertura o desarrollo estructural, contribuyendo de manera significativa a la conformación del sotobosque. Otras especies presentan valores intermedios en los distintos componentes del IVI, reflejando una participación relevante pero no dominante dentro de la comunidad.

Tabla 11. Índices de valor de importancia (%) de las especies arbustivas registradas en la AP.

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
1	*Acacia angustissima*	72	32.579	5.052	23.08	60.708
2	*Acacia cochliacantha*	33	14.932	2.190	1.10	18.221
3	*Bursera sp.*	6	2.715	0.421	24.18	27.312
4	*Parkinsonia aculeata*	99	44.796	67.367	14.29	126.449

5	*Vachellia farnesiana*	8	3.620	21.793	15.38	40.798
6	*Senna wislizeni*	3	1.357	3.177	21.98	26.512
	TOTAL	**221**	**100**	**100**	**100**	**300**

En contraste, las especies con valores bajos en los tres componentes del IVI presentan una contribución secundaria dentro del ensamblaje vegetal, aunque en algunos casos mantienen una presencia constante, lo cual sugiere adaptación a condiciones específicas del sitio.

Cactáceas en RE/AI y AP

En relación con el estrato de cactáceas muestreado en la RE, en la AI y en el AP, se registró una especie en común: *Pachycereus weberi*. Y solo en el AI, se registro una especie más, la *Opuntia bensonii*. Por lo que *Pachycereus weberi* se posiciona como la especie más abundante en las tres áreas de estudio, lo cual es indicativo de su alta capacidad de adaptación a condiciones de aridez y disturbio.

La composición de cactáceas en la RE es característica de ambientes de selva baja caducifolia con estacionalidad hídrica marcada, donde estas especies desempeñan un papel relevante como componentes estructurales y funcionales en condiciones de estrés hídrico. Su presencia es indicativa de suelos someros, alta exposición solar y procesos de perturbación, donde las cactáceas presentan ventajas competitivas frente a otros grupos vegetales.

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato de cactáceas evidencia una estructura con dominancia marcada de *Pachycereus weberi*, la cual presenta un IVI de 300, concentrando la mayor proporción de abundancia relativa (100%), dominancia relativa (100%) y una frecuencia relativa de 100%. Este comportamiento es indicativo de que es una especie ampliamente distribuida y con alta cobertura dentro de la RE.

En este caso, no se puede calcular el índice de Shannon (H' = 1.20) debido a que es la única especie registrada.

Los resultados evidencian que el estrato de cactáceas presenta una dominancia clara de una sola especie, adaptada a condiciones de aridez, pero con una diversidad baja y una amplia distribución, lo cual es indicativo de un componente vegetal resiliente dentro de la RE, capaz de persistir bajo condiciones ambientales limitantes y distintos grados de perturbación.

Estrato Herbáceo RE/AI y AP

En relación con el estrato herbáceo evaluado en la RE, en la AI y en el AP, solo la RE y la última área registraron una especie, misma que es asociadas a ambientes con distintos grados de perturbación. La especie registrada fue la *Brachiaria molle*, la cual es una gramínea forrajera, la cual debido a su resistencia y facilidad para dispersarse, en muchas áreas donde ha sido introducido se ha convertido en una especie invasora, desplazando a la vegetación nativa.

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) no puede realizarse debido a que solo se identifico una especie en las dos áreas de estudio. Por lo que la estructura del estrato herbáceo en el AP y RE se caracteriza por una alta dominancia de una sola especie y una baja riqueza florística, lo cual es indicativo de que la distribución de las especies de herbáceas, no han logrado adaptarse a las condiciones actuales y a los suelos pedregosos, así como a la competencia directa con la especie *Brachiaria molle*.

Suficiencia del muestreo

La suficiencia del muestreo se evaluó mediante el análisis de curvas de acumulación de especies, utilizando estimadores no paramétricos (Chao 1, ACE y Bootstrap), a partir de matrices de incidencia (presencia/ausencia) generadas para cada estrato de la selva baja caducifolia (SBC) dentro de la RE, la AI y la AP. Este análisis se desarrolló con base en 20 unidades de muestreo (RE y AI) y 12 unidades de muestreo (AP) de 25 × 25 m, distribuidas de manera dirigida en sitios representativos de la vegetación.

La matriz de incidencia utilizada en el programa EstimateS se construyó a partir de la presencia de especies en cada unidad de muestreo, por lo que no corresponde

directamente a los valores de frecuencia del análisis estructural, sino a una simplificación que permite estimar la riqueza esperada bajo distintos modelos estadísticos.

Tabla 12. Resumen de estimadores de riqueza y efectividad del muestreo de la RE, AI y AP.

Área	Efectividad Chao 1 (%)	Efectividad ACE (%)	Efectividad Bootstrap (%)
AP	99.90	94.08	93.16
AI	100.00	99.78	99.67
RE	100.00	100.00	100.00

En el presente apartado se muestra una tabla resumen con los principales estimadores de riqueza y niveles de efectividad del muestreo por estrato. Las tablas completas generadas por el programa EstimateS se incluyen en el Anexo correspondiente, con el fin de mantener la trazabilidad del análisis sin afectar la claridad del documento.

Figura 21. Curvas de acumulación de la RE

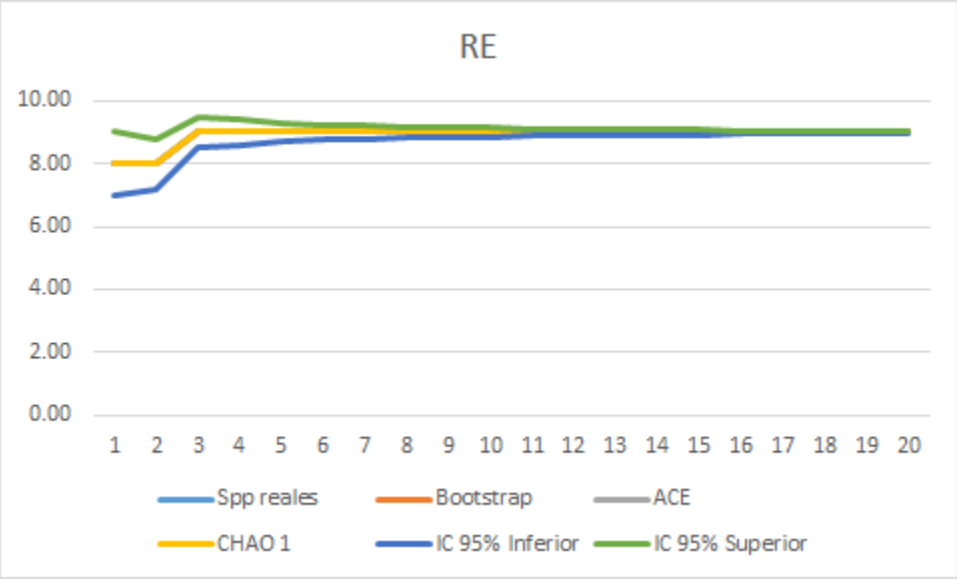


Figura 22. Curvas de acumulación de la AI

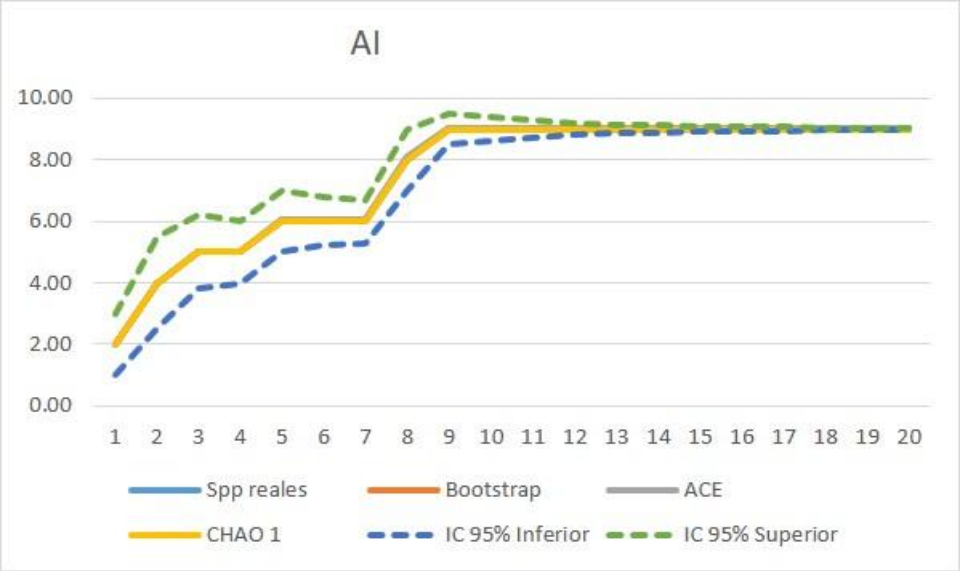
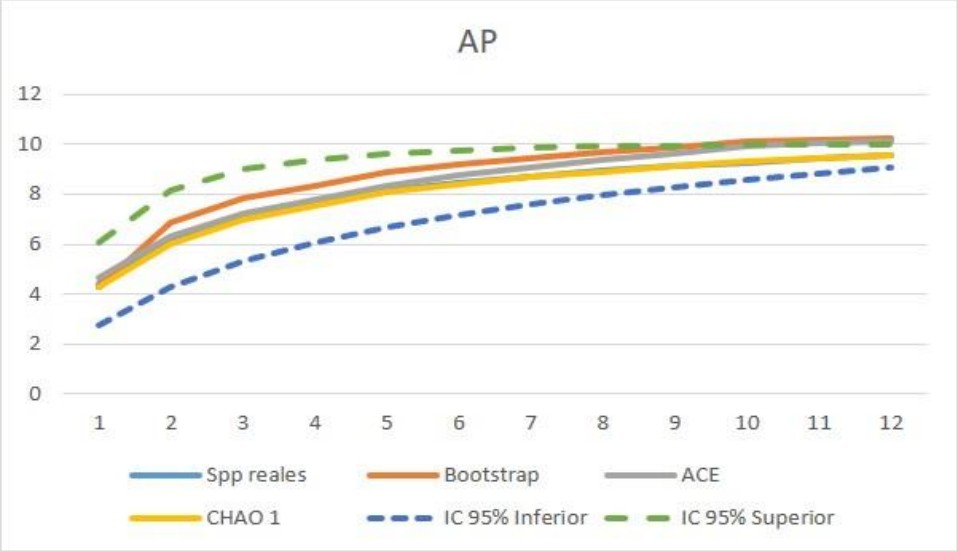


Figura 23. Curvas de acumulación del AP



Durante el análisis de las curvas de acumulación de especies se identificaron variaciones no monotónicas en los estimadores no paramétricos, particularmente en las primeras unidades de muestreo. Este comportamiento es característico de estimadores como Chao

1 y ACE, los cuales son sensibles a la presencia de especies raras. En las etapas iniciales, la incorporación de nuevas unidades incrementa de manera abrupta la riqueza estimada debido a la detección de especies de baja frecuencia.

Las curvas de acumulación de especies muestran en todos los estratos una clara tendencia a la asíntota, lo cual es indicativo de que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para capturar la mayor parte de la riqueza específica presente en la RE, AI y AP. Los niveles de efectividad, cercanos o iguales al 100% en todos los estimadores, confirman que la probabilidad de registrar nuevas especies mediante un incremento en el esfuerzo de muestreo es baja.

Finalmente, estos resultados son consistentes con el análisis estructural basado en el Índice de Valor de Importancia (IVI), donde se identificó que un conjunto reducido de especies concentra la mayor parte de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa. En este sentido, se considera que el muestreo realizado proporciona una base sólida y representativa para la caracterización de la vegetación y la evaluación ambiental del proyecto.

Comparación de las especies presentes en la RE /AI y AP

El análisis comparativo entre la RE, el AI y el Área del Proyecto (AP) evidencia diferencias claras en términos de composición florística, estructura y complejidad ecológica, derivadas principalmente del grado de conservación y del nivel de perturbación antrópica.

En la RE se bien registra una menor riqueza de especies, pero una organización estructural bien definida, particularmente en la estructura de unidades de selva baja caducifolia (SBC), donde es posible identificar los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceo. A partir del análisis estructural, destaca la especie arbórea *Bursera fagaroides* (IVI = 165.91), lo cual es indicativo de su papel determinante en la estructura del dosel. En el estrato arbustivo, *Vachellia cochliacantha* (forma arbustiva) presenta un IVI de 152.018, reflejando una dominancia marcada en condiciones de vegetación secundaria. En cactáceas, la única especie registrada *Pachycereus weberi* por lo que presenta el mayor valor (IVI = 300), evidenciando la relevancia estructural en el ambiente seco. Por su parte, no se presenta un estrato herbáceo, lo cual es indicativo de condiciones del suelo que es de tipo rocoso.

Mientras que el AI registra una mayor riqueza de especies, pero una organización selectiva bien definida, particularmente en las especies que sirven como cercas vivias y aquellas especies que tienen algún uso antrópico, por lo que es posible identificar principalmente el estratos arbustivo y cactáceo, con ausencia de un estrato arbóreo desarrollado. A partir del análisis estructural, destaca la especie arbustiva *Lysiloma divaricata* (IVI = 103.848), lo cual es indicativo de su uso en cercos vivos. En cactáceas, la especie dominante registrada *Pachycereus weberi* representa el mayor valor (IVI = 271.22), evidenciando la relevancia estructural en el ambiente seco, seguido de la especie *Opuntia bensonii* (IVI = 271.22), que debiera tener algún uso antrópico, probablemente como alimento. Por su parte, en esta área no se presenta un estrato herbáceo, lo cual es indicativo de condiciones del suelo que es de tipo rocoso.

En contraste, el Área del Proyecto presenta principalmente una vegetación arbustiva y herbácea, con y ausencia de un estrato arbóreo desarrollado. Las especies registradas corresponden principalmente a taxa oportunistas o asociados a disturbio, tal como *Parkinsonia aculeata*, por lo que esta composición es indicativa de un sistema altamente transformado, con una estructura simplificada y baja representatividad de comunidades naturales.

Tabla 13. Comparación estructural y florística entre la RE/AI y el Área del Proyecto

Característica	RE	AI	AP
Tipo de vegetación dominante	Selva baja caducifolia (con vegetación secundaria)	Vegetación secundaria arbustiva	Vegetación secundaria arbustiva y herbácea
Estratificación	Arbóreo, arbustivo, cactáceo y herbáceo.	Principalmente arbustivo.	Principalmente arbustivo.
Riqueza de especies	Baja (≈9 especies)	Baja (≈9 especies)	Baja (≈8 especies)
Especies dominantes	*Bursera fagaroides, Pachycereus weberi* y *Vachellia cochliacantha.*	*Lysiloma divaricata*, *Senna wislizeni*, y *Pachycereus weberi.*	*Parkinsonia aculeata*, *Pachycereus weberi*, y *Brachiaria molle.*
Presencia de especies leñosas	Alta	Media	Baja

Complejidad estructural	Alta	Baja	Baja
Condición ecológica	Moderadamente conservada	Perturbada	Perturbada
Influencia antrópica	Media	Alta	Alta

Figura 24. Condiciones de la vegetación en la RE



Figura 25. Condiciones de la vegetación en la AI



Figura 26. Condiciones de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)



Las diferencias observadas entre la RE, AI y el AP son consistentes con un gradiente de perturbación. La RE mantiene atributos estructurales y funcionales propios de comunidades vegetales naturales o en regeneración, mientras que el AI y AP reflejan procesos de transformación asociados al cambio de uso de suelo y al mantenimiento de infraestructura lineal, así como a las actividades antrópicas por la cercanía con las localidades existentes.

Si bien se identifican algunas especies generalistas compartidas entre ambas unidades, particularmente en el estrato arbustivo, su presencia responde a su amplia plasticidad ecológica y tolerancia al disturbio, más que a condiciones de conservación equivalentes.

El análisis comparativo confirma que el Área del Proyecto y el AI no constituyen unidades representativas de la estructura ni de la diversidad y conformación de la RE, ya que carece de los elementos dominantes, la estratificación y la complejidad ecológica observada de la SBC. Este contraste es consistente con los resultados de IVI, diversidad y suficiencia de muestreo, los cuales muestran que la RE conserva la organización ecológica del sistema, mientras que el AP corresponde a una unidad previamente modificada, considerando además que las tres áreas de estudio se ubican dentro de una zona bufer con una subzonificación de aprovechamiento de acuerdo con el Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera Zicuirán-Infiernillo.

Conclusiones vegetación

1. Las áreas presentan diferencias entre los estratos contenidos en cada una de ellas, siendo la especie más representativa en el estrato arbóreo *Bursera fagaroides*, mientras que en la AI y en la AP no presentan dicho estrato.
2. El AI presenta un mayor número de especies arbustivas "seleccionadas", ya que se encuentran dentro de los ejidos existentes, por lo que han mantenido especies útiles, tales como aquellas que sirven como cercos vivos.
3. El AP al ubicarse dentro del derecho de vía, presenta diferencias estructurales a lo largo de la autopista, por lo que es común encontrar en algunas áreas todas las especies registradas y en otras la presencia de una sola especie, tal como es el caso de la cactácea *Pachycereus weberi*, la herbácea *Brachiaria molle* y la arbustiva *Parkinsonia aculeata*.
4. Las tres áreas de estudio se encuentran dentro de la Reserva de la Biósfera en una zona de amortiguamiento en una suzona de aprovechamiento, por lo que no es de extrañar que no se hayan encontrado áreas de selva baja caducifolia propiamente, sino con algún grado de modificación siendo más del tipo secundario.

III.2.2.2.2 Fauna

Previo al reconocimiento en campo, se llevó a cabo una revisión sistemática de información secundaria con el propósito de integrar un inventario potencial de fauna para el área de estudio. Para ello, se consultaron bases de datos especializadas, literatura científica, listados faunísticos de proyectos regionales y guías de identificación, lo cual permitió establecer una referencia preliminar de las especies con probabilidad de ocurrencia, así como su estatus de conservación y relevancia ecológica dentro del sistema ambiental regional.

La diversidad biológica de México se caracteriza por una alta heterogeneidad espacial, resultado de la interacción entre factores geológicos, climáticos y fisiográficos que han favorecido procesos de especiación y endemismo. Este mosaico ambiental da lugar a patrones complejos de distribución de especies, particularmente en regiones de transición biogeográfica como la cuenca del Balsas, donde convergen elementos neotropicales y componentes propios de zonas más templadas (Espinosa et al., 2008).

A nivel nacional, México se posiciona como uno de los países con mayor riqueza de vertebrados, ocupando lugares destacados en diversidad de reptiles y mamíferos, así como una alta representatividad de aves. Se han documentado más de 360 especies de anfibios y cerca de 870 de reptiles, con una proporción significativa de endemismos. En el caso de las aves, se reconocen más de 1,100 especies, mientras que los mamíferos terrestres superan las 480 especies, muchas de ellas restringidas al territorio nacional.

En el caso del estado de Michoacán, la diversidad faunística está estrechamente vinculada a su posición dentro de la región biogeográfica del Pacífico mexicano y, particularmente, a la influencia de la depresión del Balsas. Esta región se distingue por presentar condiciones climáticas predominantemente cálidas subhúmedas, con una marcada estacionalidad en la precipitación, lo cual es indicativo de ambientes dominados por selva baja caducifolia y sus diferentes estados sucesionales. Asimismo, la configuración fisiográfica del territorio, caracterizada por lomeríos, valles intermontanos y sistemas de drenaje asociados al río Balsas, favorece la presencia de una diversidad importante de hábitats, aunque en muchos casos con distintos grados de transformación antrópica.

El área específica del proyecto se inserta en un entorno con influencia de actividades agropecuarias, infraestructura carretera existente y vegetación secundaria, lo cual condiciona la composición faunística hacia especies con mayor tolerancia al disturbio, así como aquellas asociadas a ambientes abiertos y de borde. No obstante, debido a su ubicación dentro de la Reserva de la Biósfera Zicuarán – Infiernillo, presenta un alto nivel de endemismo, de especies características, particularmente en grupos como reptiles, aves y pequeños mamíferos.

Con base en el listado potencial depurado para el área de estudio, se identificaron 180 especies de vertebrados terrestres (excluyendo peces e invertebrados), las cuales se distribuyen de la siguiente manera; Aves 126 especies, Mamíferos 28 especies, Reptiles 19 especies y Anfibios: 7 especies.

Esta composición es indicativa de una comunidad faunística dominada por aves, lo cual es consistente con ambientes abiertos y perturbados, donde este grupo presenta mayor capacidad de adaptación y movilidad. Por su parte, los mamíferos registrados corresponden principalmente a especies medianas y pequeñas, así como a quirópteros, cuya presencia está asociada a la disponibilidad de refugios y recursos tróficos en paisajes fragmentados. En cuanto a reptiles y anfibios, su representación refleja tanto la influencia de condiciones climáticas cálidas como la disponibilidad de microhábitats específicos, particularmente en zonas con cobertura vegetal residual o cercanas a cuerpos de agua temporales.

Adicionalmente, el listado incluye un número relevante de especies endémicas de México, varias de ellas asociadas a la región del Balsas, lo cual es indicativo de la importancia biogeográfica del área. Asimismo, se identifican algunas especies incluidas en categorías de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en listados internacionales como la UICN y CITES, lo que resalta la necesidad de considerar medidas de manejo adecuadas durante las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 14. Listado de Fauna potencial en el área de estudio

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
1	Passeriforme	Cardinalidae	Colorín	*Passerina*	-	Sí	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
	s		pecho naranja	*leclancherii*				
2	Squamata	Iguanidae	Iguana negra	*Ctenosaura pectinata*	A	Sí	LC	II
3	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla gris	*Buteo plagiatus*	-	No	LC	II
4	Passeriformes	Icteridae	Calandria dorso rayado	*Icterus pustulatus*	-	No	LC	-
5	Squamata	Iguanidae	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*	A	Sí	VU	II
6	Piciformes	Picidae	Carpintero enmascarado	*Melanerpes chrysogenys*	-	Sí	LC	-
7	Rodentia	Sciuridae	Ardilla terrestre	*Notocitellus adocetus*	-	Sí	LC	-
8	Falconiformes	Falconidae	Caracara	*Caracara plancus*	-	No	LC	-
9	Squamata	Phrynosomatidae	Camaleón gigante	*Phrynosoma asio*	Pr	Sí	LC	II
10	Anura	Phyllomedusidae	Rana verde	*Agalychnis dacnicolor*	-	Sí	LC	II
11	Passeriformes	Cardinalidae	Colorín morado	*Passerina versicolor*	-	Sí	LC	-
12	Artiodactyla	Cervidae	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	-	No	LC	-
13	Coraciiformes	Momotidae	Momoto corona canela	*Momotus mexicanus*	-	No	LC	-
14	Squamata	Phrynosomatida	Lagartija	*Sceloporus*	-	Sí	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
		e	cabeza roja	*pyrocephalus*				
15	Squamata	Boidae	Boa del Pacífico	*Boa sigma*	-	No	LC	II
16	Columbiformes	Columbidae	Paloma alas blancas	*Zenaida asiatica*	-	No	LC	-
17	Passeriformes	Turdidae	Mirlo dorso canela	*Turdus rufopalliatus*	-	Sí	LC	-
18	Passeriformes	Tyrannidae	Bienteveo común	*Pitangus sulphuratus*	-	No	LC	-
19	Psittaciformes	Psittacidae	Guacamaya verde	*Ara militaris*	P	No	VU	II
20	Passeriformes	Corvidae	Urraca copetona	*Cyanocorax formosus*	-	No	LC	-
21	Galliformes	Odontophoridae	Codorniz barrada	*Philortyx fasciatus*	-	Sí	LC	-
22	Cathartiformes	Cathartidae	Zopilote negro	*Coragyps atratus*	-	No	LC	-
23	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija hocico negro	*Sceloporus melanorhinus*	-	Sí	LC	-
24	Galliformes	Cracidae	Chachalaca pálida	*Ortalis poliocephala*	-	Sí	LC	-
25	Squamata	Helodermatidae	Lagarto de chaquira	*Heloderma horridum*	Pr	Sí	NT	II
26	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija del Pacífico	*Sceloporus horridus*	-	Sí	LC	-
27	Anura	Bufonidae	Sapo gigante	*Rhinella horribilis*	-	No	LC	-
28	Columbiformes	Columbidae	Paloma arroyera	*Leptotila verreauxi*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
29	Columbiformes	Columbidae	Tortolita cola larga	*Columbina inca*	-	No	LC	-
30	Cathartiformes	Cathartidae	Zopilote aura	*Cathartes aura*	-	No	LC	-
31	Trogoniformes	Trogonidae	Coa citrina	*Trogon citreolus*	-	Sí	LC	-
32	Pelecaniformes	Ardeidae	Garza blanca	*Ardea alba*	-	No	LC	-
33	Columbiformes	Columbidae	Paloma turca	*Streptopelia decaocto*	-	Introducida	LC	-
34	Pelecaniformes	Ardeidae	Garza morena	*Ardea herodias*	-	No	LC	-
35	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí pico ancho	*Cynanthus latirostris*	-	Sí	LC	II
36	Cuculiformes	Cuculidae	Garrapatero pijuy	*Crotophaga sulcirostris*	-	No	LC	-
37	Pelecaniformes	Ardeidae	Garcita verde	*Butorides virescens*	-	No	LC	-
38	Squamata	Dipsadidae	Culebra cabeza roja	*Pseudoleptodeira latifasciata*	Pr	Sí	LC	-
39	Squamata	Phyllodactylidae	Salamanquesa duellman	*Phyllodactylus duellmani*	Pr	Sí	LC	-
40	Passeriformes	Passerellidae	Zacatonero pecho negro	*Peucaea humeralis*	-	Sí	LC	-
41	Squamata	Viperidae	Cascabel del Pacífico	*Crotalus basiliscus*	-	Sí	LC	-
42	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí corona violeta	*Ramosomyia violiceps*	-	Sí	LC	II
43	Cuculiformes	Cuculidae	Cuclillo	*Piaya*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
			canelo	*mexicana*				
44	Falconiformes	Falconidae	Cernícalo americano	*Falco sparverius*	-	No	LC	II
45	Passeriformes	Tyrannidae	Mosquero cardenal	*Pyrocephalus rubinus*	-	No	LC	-
46	Squamata	Colubridae	Culebra chata	*Salvadora mexicana*	-	No	LC	-
47	Squamata	Phyllodactylidae	Salamanquesa común	*Phyllodactylus paucituberculatus*	-	No	LC	-
48	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija del Balsas	*Sceloporus gadoviae*	-	Sí	LC	-
49	Squamata	Scincidae	Eslizón michoacano	*Mesoscincus altamirani*	Pr	Sí	DD	-
50	Testudines	Geoemydidae	Tortuga pintada	*Rhinoclemmys rubida*	Pr	Sí	NT	II
51	CarnIllora	Procyonidae	Mapache	*Procyon lotor*	-	No	LC	-
52	CarnIllora	Procyonidae	Coatí	*Nasua narica*	-	No	LC	-
53	CarnIllora	Canidae	Coyote	*Canis latrans*	-	No	LC	-
54	CarnIllora	Canidae	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	-	No	LC	-
55	CarnIllora	Mephitidae	Zorrillo manchado	*Spilogale angustifrons*	-	No	LC	-
56	CarnIllora	Mustelidae	Comadreja	*Mustela frenata*	-	No	LC	-
57	CarnIllora	Procyonidae	Cacomixtle	*Bassariscus astutus*	-	No	LC	-
58	Didelphimorp	Didelphidae	Tlacuache	*Didelphis*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
	hia		norteño	*virginiana*				
59	Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache del Balsas	*Tlacuatzin balsasensis*	-	Sí	LC	-
60	Rodentia	Cricetidae	Ratón de campo	*Baiomys musculus*	-	Sí	LC	-
61	Rodentia	Cricetidae	Rata algodonera	*Sigmodon mascotensis*	-	Sí	LC	-
62	Rodentia	Cricetidae	Rata arrocera	*Osgoodomys banderanus*	-	Sí	LC	-
63	Rodentia	Heteromyidae	Ratón heterómido	*Peromyscus sp.*	-	No	LC	-
64	Rodentia	Geomyidae	Tuza	*Thomomys umbrinus*	-	No	LC	-
65	Lagomorpha	Leporidae	Liebre torda	*Lepus callotis*	-	Sí	LC	-
66	Chiroptera	Phyllostomidae	Murciélago frutero	*Artibeus jamaicensis*	-	No	LC	-
67	Chiroptera	Phyllostomidae	Murciélago frugívoro	*Sturnira sp.*	-	No	LC	-
68	Chiroptera	Phyllostomidae	Murciélago de cola corta	*Carollia sp.*	-	No	LC	-
69	Chiroptera	Vespertilionidae	Murciélago insectívoro	*Myotis nigricans*	Pr	Sí	LC	-
70	Chiroptera	Mormoopidae	Murciélago bigotudo	*Pteronotus mexicanus*	-	Sí	LC	-
71	Chiroptera	Phyllostomidae	Murciélago vampiro	*Desmodus rotundus*	-	No	LC	-
72	Anura	Bufonidae	Sapo jaspeado	*Incilius marmoreus*	-	Sí	LC	-
73	Anura	Bufonidae	Sapo	*Incilius*	-	Sí	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
			confuso	*perplexus*				
74	Anura	Hylidae	Rana de árbol mexicana	*Tlalocohyla smithii*	-	Sí	LC	-
75	Anura	Ranidae	Rana de Zweifel	*Lithobates zweifeli*	-	Sí	LC	-
76	Anura	Hylidae	Rana arborícola	*Smilisca baudinii*	-	No	LC	-
77	Anura	Hylidae	Rana enana mexicana	*Tlalocohyla smithii*	-	Sí	LC	-
78	Anura	Leptodactylidae	Rana hojarasca	*Leptodactylus melanonotus*	-	No	LC	-
79	Anura	Hylidae	Rana pico de pato	*Triprion spatulatus*	-	Sí	LC	-
80	Squamata	Dipsadidae	Culebra cordelilla	*Imantodes gemmistratus*	Pr	No	LC	-
81	Squamata	Colubridae	Culebra corredora	*Drymobius margaritiferus*	-	No	LC	-
82	Squamata	Colubridae	Culebra chirriadora	*Masticophis mentovarius*	-	No	LC	-
83	Squamata	Colubridae	Culebra negra	*Drymarchon melanurus*	-	No	LC	-
84	Squamata	Colubridae	Culebra ratonera	*Senticolis triaspis*	-	No	LC	-
85	Squamata	Colubridae	Culebra lira	*Trimorphodon biscutatus*	-	No	LC	-
86	Squamata	Dipsadidae	Culebra ojo de gato	*Leptodeira maculata*	Pr	No	LC	-
87	Squamata	Dipsadidae	Culebra nocturna	*Hypsiglena torquata*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
88	Squamata	Elapidae	Coralillo del Balsas	*Micrurus laticollaris*	Pr	Sí	LC	-
89	Squamata	Viperidae	Nauyaca	*Agkistrodon bilineatus*	Pr	No	NT	-
90	Squamata	Viperidae	Cascabel tropical	*Crotalus culminatus*	-	Sí	LC	-
91	Squamata	Viperidae	Nauyaca nariz de cerdo	*Porthidium hespere*	-	Sí	LC	-
92	Squamata	Iguanidae	Iguana verde	*Iguana iguana*	Pr	No	LC	II
93	Squamata	Corytophanidae	Toloque	*Basiliscus vittatus*	-	No	LC	-
94	Squamata	Teiidae	Huico siete líneas	*Aspidoscelis deppii*	-	No	LC	-
95	Squamata	Teiidae	Huico michoacano	*Aspidoscelis calidipes*	-	Sí	LC	-
96	Squamata	Teiidae	Huico rayado	*Aspidoscelis lineattissimus*	Pr	Sí	LC	-
97	Squamata	Teiidae	Huico común	*Aspidoscelis costatus*	-	Sí	LC	-
98	Squamata	Gymnophthalmidae	Lagartija topo	*Bipes canaliculatus*	-	Sí	LC	-
99	Squamata	Polychrotidae	Lagartija arborícola	*Anolis nebulosus*	-	Sí	LC	-
100	Squamata	Phrynosomatidae	Lagartija barrada	*Sceloporus torquatus*	-	Sí	LC	-
101	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*	-	No	LC	II
10	Accipitriforme	Accipitridae	Aguililla cola	*Buteo*	-	No	LC	II

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
2	s		corta	*brachyurus*				
103	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla negra menor	*Buteogallus anthracinus*	Pr	No	LC	II
104	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*	Pr	No	LC	II
105	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla rojinegra	*Parabuteo unicinctus*	Pr	No	LC	II
106	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla aura	*Buteo albonotatus*	-	No	LC	II
107	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla caminera	*Rupornis magnirostris*	-	No	LC	II
108	Accipitriformes	Accipitridae	Gavilán pecho canela	*Accipiter striatus*	-	No	LC	II
109	Falconiformes	Falconidae	Halcón guaco	*Herpetotheres cachinnans*	-	No	LC	II
110	Falconiformes	Falconidae	Halcón peregrino (potencial)	*Falco peregrinus*	Pr	No	LC	I
111	Strigiformes	Strigidae	Tecolote bajeño	*Glaucidium brasilianum*	-	No	LC	II
112	Strigiformes	Strigidae	Tecolote del Balsas	*Megascops seductus*	A	Sí	LC	II
113	Strigiformes	Strigidae	Tecolote colimense	*Glaucidium palmarum*	-	Sí	LC	II
114	Strigiformes	Strigidae	Búho café	*Strix virgata*	-	No	LC	II
115	Strigiformes	Tytonidae	Lechuza común	*Tyto furcata*	-	No	LC	II
11	Columbiforme	Columbidae	Huilota	*Zenaida*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
6	s			*macroura*				
117	Columbiformes	Columbidae	Tortolita canela	*Columbina talpacoti*	-	No	LC	-
118	Columbiformes	Columbidae	Tortolita pico rojo	*Columbina passerina*	-	No	LC	-
119	Cuculiformes	Cuculidae	Correcaminos tropical	*Geococcyx velox*	-	No	LC	-
120	Cuculiformes	Cuculidae	Cuclillo terrestre	*Morococcyx erythropygus*	-	No	LC	-
121	Cuculiformes	Cuculidae	Cuclillo manglero	*Coccyzus minor*	-	No	LC	-
122	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí garganta rubí	*Archilochus colubris*	-	No	LC	-
123	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí canelo	*Amazilia rutila*	-	No	LC	II
124	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí garganta azul	*Lampornis clemenciae*	-	No	LC	II
125	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí oreja blanca	*Hylocharis leucotis*	-	No	LC	II
126	Apodiformes	Trochilidae	Colibrí opaco	*Phaeoptila sordida*	-	Sí	LC	II
127	Piciformes	Picidae	Carpintero bellotero	*Melanerpes formicIIorus*	-	No	LC	-
128	Piciformes	Picidae	Carpintero lineado	*Dryocopus lineatus*	-	No	LC	-
129	Piciformes	Picidae	Carpintero pico plata	*Campephilus guatemalensis*	Pr	No	LC	-
13	Passeriforme	Tyrannidae	Papamosca	*Myiarchus*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
0	s		s gritón	*tyrannulus*				
131	Passeriformes	Tyrannidae	Papamoscas rayado	*MyiodynastesluteIIentris*	-	No	LC	-
132	Passeriformes	Tyrannidae	Papamoscas huí	*Myiarchus nuttingi*	-	No	LC	-
133	Passeriformes	Tyrannidae	Tirano pico grueso	*Tyrannus crassirostris*	-	No	LC	-
134	Passeriformes	Tyrannidae	Tirano gritón	*Tyrannus vociferans*	-	No	LC	-
135	Passeriformes	Tyrannidae	Tirano pálido	*Tyrannus verticalis*	-	No	LC	-
136	Passeriformes	Tyrannidae	Luisito común	*Myiozetetes similis*	-	No	LC	-
137	Passeriformes	Tyrannidae	Mosquero californiano	*Empidonax difficilis*	-	No	LC	-
138	Passeriformes	Tyrannidae	Mosquero atila	*Attila spadiceus*	-	No	LC	-
139	Passeriformes	Vireonidae	Vireo amarillo	*Vireo flavoviridis*	-	No	LC	-
140	Passeriformes	Vireonidae	Vireo de Bell	*Vireo bellii*	-	No	LC	-
141	Passeriformes	Vireonidae	Vireo gorjeador	*Vireo gilvus*	-	No	LC	-
142	Passeriformes	Parulidae	Chipe amarillo	*SetophagaaestIIIa*	-	No	LC	-
143	Passeriformes	Parulidae	Chipe trepador	*Mniotilta varia*	-	No	LC	-
144	Passeriformes	Parulidae	Chipe coronilla	*Leiothlypis ruficapilla*	-	No	LC	-

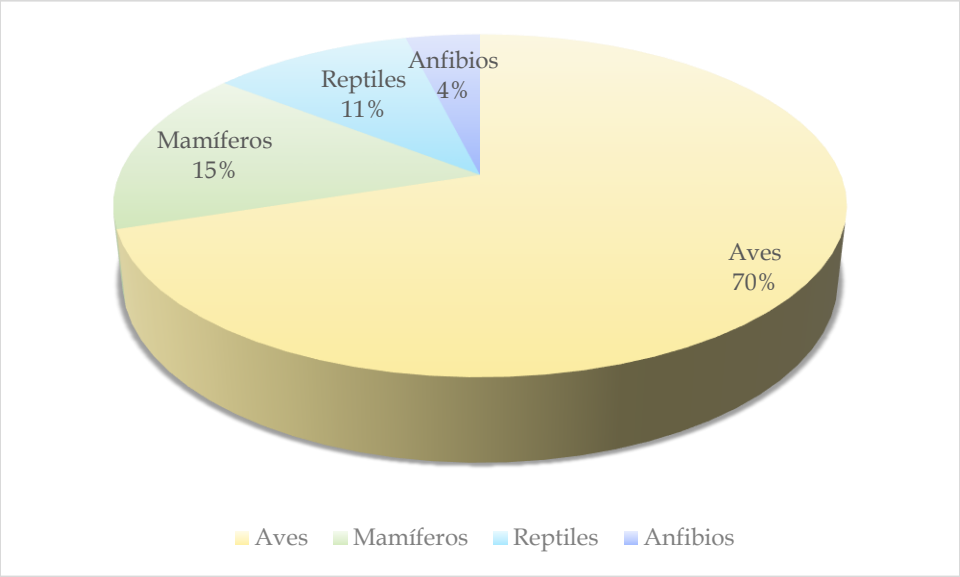
No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
145	Passeriformes	Parulidae	Chipe de Virginia	*Leiothlypis virginiae*	-	No	LC	-
146	Passeriformes	Parulidae	Chipe de Tolmie	*Geothlypis tolmiei*	-	No	LC	-
147	Passeriformes	Thraupidae	Semillero brincador	*Volatinia jacarina*	-	No	LC	-
148	Passeriformes	Thraupidae	Semillero rabadilla canela	*Sporophila torqueola*	-	Sí	LC	-
149	Passeriformes	Cardinalidae	Picogordo azul	*Passerina caerulea*	-	No	LC	-
150	Passeriformes	Fringillidae	Jilguero dominico	*Spinus psaltria*	-	No	LC	-
151	Pelecaniformes	Ardeidae	Garza nocturna corona negra	*Nycticorax nycticorax*	-	No	LC	-
152	Pelecaniformes	Ardeidae	Garceta nívea	*Egretta thula*	-	No	LC	-
153	Pelecaniformes	Ardeidae	Garceta azul	*Egretta caerulea*	-	No	LC	-
154	Suliformes	Phalacrocoracidae	Cormorán neotropical	*Nannopterum brasilianum*	-	No	LC	-
155	Coraciiformes	Alcedinidae	Martín pescador verde	*Chloroceryle americana*	-	No	LC	-
156	Coraciiformes	Alcedinidae	Martín pescador de collar	*Megaceryle torquata*	-	No	LC	-
15	Gruiformes	Rallidae	Gallineta	*Gallinula*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
157			común	*galeata*				
158	Charadriiformes	Scolopacidae	Playero alzacolita	*Actitis macularius*	-	No	LC	-
159	Charadriiformes	Laridae	Gaviota de Franklin	*Leucophaeus pipixcan*	-	No	LC	-
160	Charadriiformes	Laridae	Charrán del Caspio	*Hydroprogne caspia*	-	No	LC	-
161	Anseriformes	Anatidae	Pijije alas blancas	*Dendrocygna autumnalis*	-	No	LC	-
162	Anseriformes	Anatidae	Cerceta alas azules	*Spatula discors*	-	No	LC	-
163	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina manglera	*Tachycineta albilinea*	-	No	LC	-
164	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina alas aserradas	*Stelgidopteryx serripennis*	-	No	LC	-
165	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina ribereña	*Riparia riparia*	-	No	LC	-
166	Passeriformes	Hirundinidae	Golondrina tijereta	*Hirundo rustica*	-	No	LC	-
167	Passeriformes	Mimidae	Sinsonte norteño	*Mimus polyglottos*	-	No	LC	-
168	Passeriformes	Mimidae	Cuitlacoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	-	No	LC	-
169	Passeriformes	Troglodytidae	Saltapared común	*Troglodytes aedon*	-	No	LC	-
170	Passeriformes	Troglodytidae	Saltapared barrado	*Thryophilus pleurostictus*	-	Sí	LC	-
171	Passeriformes	Corvidae	Cuervo común	*Corvus corax*	-	No	LC	-

No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
172	Passeriformes	Icteridae	Zanate mexicano	*Quiscalus mexicanus*	-	No	LC	-
173	Passeriformes	Icteridae	Tordo cabeza café	*Molothrus ater*	-	No	LC	-
174	Passeriformes	Icteridae	Tordo ojos rojos	*Molothrus aeneus*	-	No	LC	-
175	Passeriformes	Passeridae	Gorrión doméstico	*Passer domesticus*	-	Introducida	LC	-
176	Passeriformes	Fringillidae	Pinzón mexicano	*Haemorhous mexicanus*	-	No	LC	-
177	Passeriformes	Emberizidae	Gorrión chapulín	*Ammodramus savannarum*	-	No	LC	-
178	Passeriformes	Passerellidae	Gorrión corona blanca	*Zonotrichia leucophrys*	-	No	LC	-
179	Passeriformes	Turdidae	Primavera	*Turdus migratorius*	-	No	LC	-
180	Passeriformes	Bombycillidae	Chinito	*Bombycilla cedrorum*	-	No	LC	-

La distribución porcentual de las especies por grupo faunístico permite visualizar de manera clara la composición del ensamble de vertebrados presentes en el área de estudio. En la siguiente gráfica se muestra la proporción relativa de cada grupo, destacando la dominancia de las aves sobre el resto de los taxa, así como la contribución de mamíferos, reptiles y anfibios dentro del área de estudio.

Figura 27. Porcentaje de especies de vertebrados terrestres reportados.



Con base en el listado potencial depurado para el área de estudio, se realizó la identificación de aquellas especies que cuentan con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, con el objetivo de reconocer los elementos de mayor relevancia para la conservación dentro de la RE.

El análisis por grupo faunístico permite observar diferencias importantes en cuanto a la representación de especies en categoría de riesgo.

En el caso de los anfibios, se presenta una baja proporción de especies incluidas en la Norma, sin registros en categorías de riesgo alto, predominando aquellas sin categoría de protección, lo cual es indicativo de una fauna compuesta principalmente por especies generalistas y ampliamente distribuidas.

Por su parte, los reptiles concentran una proporción relevante de especies con algún estatus, destacando principalmente aquellas sujetas a Protección Especial (Pr) y algunas catalogadas como Amenazadas (A). Este patrón es consistente con la importancia de la región del Balsas como zona de endemismo para herpetofauna.

En el grupo de las aves, se identifican diversas especies incluidas en la Norma, principalmente bajo la categoría de Protección Especial (Pr), asociadas en su mayoría a rapaces, psitácidos y algunas especies forestales. No obstante, la mayoría de las

especies registradas carecen de categoría, lo cual es indicativo de comunidades adaptadas a condiciones de disturbio.

En cuanto a los mamíferos, se registran especies de interés en categorías de Amenazada (A) y Protección Especial (Pr), incluyendo carnívoros medianos y algunos taxa de hábitos nocturnos o crípticos. Al igual que en los otros grupos, predomina la fauna sin categoría de riesgo.

Tabla 15. Especies potenciales en categoría A (Amenazada)

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Ocelote	*Leopardus pardalis*
Mamíferos	Tigrillo	*Leopardus wiedii*
Reptiles	Iguana negra del Pacífico	*Ctenosaura pectinata*
Reptiles	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*

Tabla 16. Especies potenciales en categoría Pr (Protección Especial).

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Aves	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*
Aves	Aguililla gris	*Buteo plagiatus*
Aves	Aguililla rojinegra	*Parabuteo unicinctus*
Aves	Cernícalo americano	*Falco sparverius*
Aves	Loro frente blanca	*Amazona albifrons*
Aves	Perico frente naranja	*Eupsittula canicularis*
Aves	Carpintero pico plata	*Campephilus guatemalensis*
Aves	Cigüeña americana	*Mycteria americana*
Reptiles	Boa del Pacífico	*Boa imperator*
Reptiles	Lagartija cornuda gigante	*Phrynosoma asio*
Reptiles	Tortuga casquito	*Kinosternon integrum*
Mamíferos	Murciélago miotis	*Myotis nigricans*

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Tlacuache del Balsas	*Tlacuatzin balsasensis*

El análisis cuantitativo del estatus de conservación muestra que la mayoría de las especies no se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, mientras que un porcentaje menor corresponde a especies con algún grado de protección.

Tabla 17. Resumen cuantitativo del estatus de la fauna potencial en el área de estudio.

Categoría NOM-059	Número de especies
En Peligro (P)	0
Amenazada (A)	4
Protección Especial (Pr)	13
Sin categoría	163
Total	180

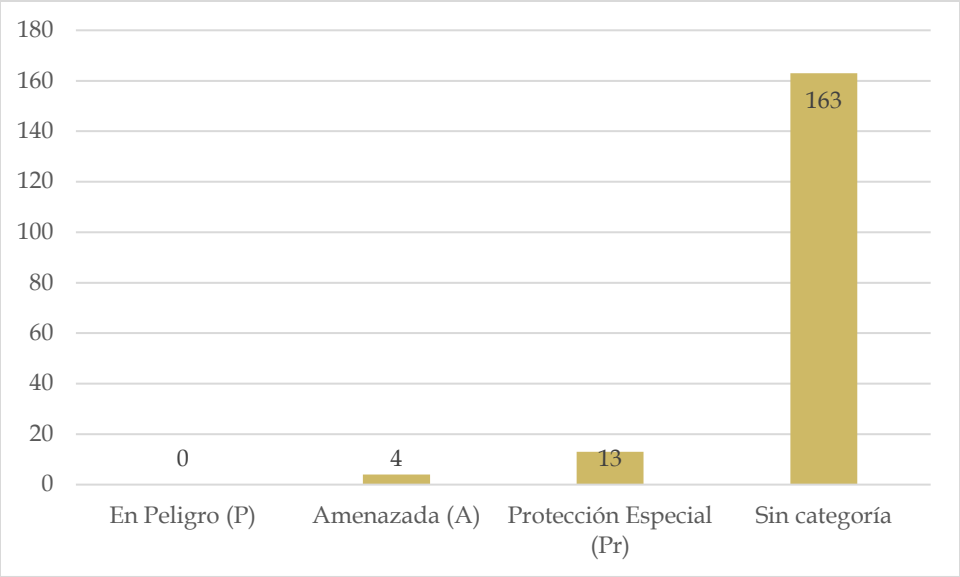
La distribución de las categorías de riesgo es indicativa de un sistema faunístico donde predominan especies sin estatus de protección, lo cual es consistente con ambientes sujetos a disturbio antrópico y con presencia de vegetación secundaria.

No obstante, la presencia de especies en categorías de Amenazada y Protección Especial, particularmente dentro de los grupos de reptiles, aves rapaces y mamíferos medianos, refleja la importancia ecológica de la región como parte de la provincia biogeográfica del Balsas, reconocida por sus altos niveles de endemismo.

En este sentido, aunque el área del proyecto no constituye un sitio de alta concentración de especies en riesgo, sí alberga elementos de valor para la conservación, lo cual es indicativo de la necesidad de incorporar criterios de manejo y mitigación que permitan reducir posibles afectaciones durante las distintas etapas del proyecto.

En la siguiente figura se observa la comparación entre los grupos y las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Figura 28. Comparación de las categorías de riesgo entre los grupos de vertebrados terrestres.



Este patrón se relaciona con la presencia de usos de suelo agropecuarios, vegetación secundaria, infraestructura carretera y asentamientos dispersos, elementos característicos del entorno regional en el tramo de estudio dentro del estado de Michoacán y en específico dentro de lo que ocurre en la Reserva de la Biósfera Zicuirán - Infiernillo. Bajo estas condiciones, es esperable que durante los recorridos de campo predominen especies de carácter generalista, particularmente aves paseriformes, mamíferos de talla pequeña a mediana y reptiles con amplia tolerancia ecológica, asociados a ambientes abiertos y de borde.

No obstante, la identificación de especies sujetas a Protección Especial (Pr) y Amenazadas (A) es indicativa de que el área aún mantiene atributos ecológicos relevantes. En este caso, la presencia de remanentes de selva baja caducifolia, vegetación secundaria arbustiva y zonas con influencia de cauces temporales favorece la permanencia de especies con requerimientos de hábitat más específicos, particularmente dentro de la herpetofauna y algunos grupos de aves.

A diferencia de sistemas costeros, en el área de estudio no se identifican especies estrictamente asociadas a ambientes marinos o estuarinos; sin embargo, la conectividad con el sistema regional del Balsas permite la ocurrencia de especies características de

esta provincia biogeográfica, lo cual es indicativo de procesos ecológicos que operan a escala regional.

La composición faunística potencial refleja, por tanto, un sistema heterogéneo donde coexisten especies adaptadas a condiciones antropizadas con elementos de mayor especialización ecológica. Esta condición sugiere que las especies con mayor sensibilidad ambiental tenderán a concentrarse en zonas específicas con mayor cobertura vegetal o menor grado de perturbación, lo cual es indicativo de la importancia de estos microhábitats como refugios de biodiversidad.

En la siguiente tabla se presentan las especies endémicas con distribución potencial en el área de estudio.

Tabla 18. Especies endémicas reportadas en la distribución potencial.

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Anfibios	Rana verde mexicana	*Agalychnis dacnicolor*
	Rana de árbol mexicana enana	*Tlalocohyla smithii*
Reptiles	Iguana negra del Pacífico	*Ctenosaura pectinata*
	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*
	Lagartija espinosa de cabeza roja	*Sceloporus pyrocephalus*
	Lagartija del Balsas	*Sceloporus gadoviae*
	Lagartija escamosa barrada	*Sceloporus torquatus*
	Lagartija arborícola de Gadow	*Urosaurus gadovi*
Aves	Chachalaca pálida	*Ortalis poliocephala*
	Codorniz barrada	*Philortyx fasciatus*
	Coa citrina	*Trogon citreolus*
	Carpintero enmascarado	*Melanerpes chrysogenys*
	Matraca serrana	*Campylorhynchus gularis*
	Zacatonero pecho negro	*Peucaea humeralis*
	Mirlo dorso canela	*Turdus rufopalliatus*

Grupo	Nombre común	Nombre científico
	Semillero de collar	*Sporophila torqueola*
	Vireo amarillo	*Vireo hypochryseus*
	Cacique mexicano	*Cassiculus melanicterus*
	Perico frente naranja	*Eupsittula canicularis*
	Colibrí corona violeta	*Ramosomyia violiceps*
Mamíferos	Ardilla terrestre del Balsas	*Notocitellus adocetus*
	Tlacuache del Balsas	*Tlacuatzin balsasensis*
	Murciélago del Pacífico	*Artibeus hirsutus*
	Ratón de campo mexicano	*Baiomys musculus*

Diversas instituciones como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el Instituto Nacional de Ecología, la Dirección General de Vida Silvestre y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente desarrollaron en 2012 una propuesta orientada a identificar especies prioritarias para la conservación en México.

Este ejercicio dio origen a la "Propuesta de lista de especies prioritarias para la conservación en México", la cual integra especies y grupos taxonómicos jerarquizados con base en su relevancia ecológica, grado de amenaza, nivel de endemismo y necesidad de atención para su conservación.

A partir de la comparación entre el listado potencial generado para el área de estudio y dicha propuesta, se identificaron aquellas especies que, por su importancia biológica y estatus, pueden considerarse prioritarias dentro de la RE.

Tabla 19. Especies prioritarias para la conservación en México que se encuentran en la RE.

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Ocelote	*Leopardus pardalis*

Grupo	Nombre común	Nombre científico
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*
	Puma	*Puma concolor*
	Yaguarundí	*Herpailurus yagouaroundi*
	Tamandúa norteño	*Tamandua mexicana*
Aves	Guacamaya verde	*Ara militaris*
	Loro frente blanca	*Amazona albifrons*
	Perico frente naranja	*Eupsittula canicularis*
	Carpintero pico plata	*Campephilus guatemalensis*
	Aguililla rojinegra	*Parabuteo unicinctus*
	Aguililla cola blanca	*Geranoaetus albicaudatus*
Reptiles	Iguana negra del Pacífico	*Ctenosaura pectinata*
	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*
	Boa del Pacífico	*Boa imperator*
	Lagartija cornuda gigante	*Phrynosoma asio*
	Cascabel del Pacífico	*Crotalus basiliscus*
Anfibios	Rana verde mexicana	*Agalychnis dacnicolor*

La identificación de especies relevantes para la conservación se realizó considerando su inclusión en instrumentos nacionales e internacionales, su categoría de riesgo y su papel ecológico dentro de la RE.

A nivel internacional, se consultaron como referencia la International Union for Conservation of Nature y la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, con la finalidad de reconocer aquellas especies que presentan algún estatus de conservación a escala global o que están sujetas a regulación en su comercio internacional.

En el caso de la UICN, las categorías de riesgo permiten evaluar el grado de amenaza de las especies a nivel mundial, considerando criterios como tamaño poblacional, distribución geográfica y tendencias poblacionales. A partir del cruce con el listado potencial del área de estudio, se identificó la presencia de especies incluidas en categorías de riesgo distintas a Preocupación Menor (LC).

Figura 29. Estructura de las categorías que contempla la IUCN. Adaptado de IUCN Red List Categories and Criteria (versión 3.1).



Derivado del análisis del listado potencial de fauna y su contraste con la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), se identificaron aquellas especies que se encuentran en categorías de mayor relevancia para la conservación, excluyendo aquellas clasificadas como Preocupación Menor (LC), No Evaluadas (NE) y Datos Insuficientes (DD).

Como resultado de este cruce, se determinaron 10 especies con distribución potencial en la RE que presentan alguna categoría de riesgo a nivel global.

Entre estas destacan especies representativas de la región del Balsas y del Pacífico mexicano, como la guacamaya verde (*Ara militaris*) y el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*), ambas clasificadas como Vulnerables (VU), así como la iguana del Balsas (*Ctenosaura clarki*), también bajo la misma categoría. Asimismo, se identifican mamíferos carnívoros como el tigrillo (*Leopardus wiedii*), considerado Casi Amenazado (NT).

La presencia de estas especies es indicativa de que, aunque el área no representa un sitio crítico para la conservación a escala global, sí forma parte de un sistema ecológico

más amplio que mantiene conectividad y funcionalidad para especies con cierto grado de vulnerabilidad.

Tabla 20. Especies potenciales que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la IUCN.

Grupo	Nombre común	Nombre científico	Categoría UICN
Anfibios	Rana verde mexicana	*Agalychnis dacnicolor*	NT
Reptiles	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*	VU
Reptiles	Cascabel del Pacífico	*Crotalus basiliscus*	NT
Aves	Guacamaya verde	*Ara militaris*	VU
Aves	Perico frente naranja	*Eupsittula canicularis*	VU
Aves	Carpintero pico plata	*Campephilus guatemalensis*	NT
Mamíferos	Tigrillo	*Leopardus wiedii*	NT
Mamíferos	Puma	*Puma concolor*	NT
Mamíferos	Yaguarundí	*Herpailurus yagouaroundi*	NT
Mamíferos	Tamandúa norteño	*Tamandua mexicana*	NT

Por su parte, la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) establece mecanismos de regulación del comercio internacional de especies mediante su inclusión en tres apéndices (I, II y III), en función de su grado de amenaza y la necesidad de control sobre su aprovechamiento.

El Apéndice I incluye especies en peligro de extinción cuyo comercio internacional está estrictamente restringido; el Apéndice II agrupa especies que podrían llegar a encontrarse en riesgo si no se regula su comercio; mientras que el Apéndice III considera especies sujetas a regulación a solicitud de algún país.

Con base en el cruce del listado potencial del área de estudio con este instrumento internacional, se identificaron 15 especies incluidas en alguno de los apéndices de la CITES.

Tabla 21. Especies en algún apéndice del CITES.

Grupo	Nombre común	Nombre científico	Apéndice CITES
Anfibios	Rana verde mexicana	*Agalychnis dacnicolor*	II
Reptiles	Iguana negra del Pacífico	*Ctenosaura pectinata*	II
	Iguana del Balsas	*Ctenosaura clarki*	II
	Iguana verde	*Iguana iguana*	II
	Boa del Pacífico	*Boa imperator*	II
	Cascabel del Pacífico	*Crotalus basiliscus*	II
Aves	Guacamaya verde	*Ara militaris*	I
	Loro frente blanca	*Amazona albifrons*	II
	Perico frente naranja	*Eupsittula canicularis*	II
	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*	II
	Aguililla gris	*Buteo plagiatus*	II
	Cernícalo americano	*Falco sparverius*	II
Mamíferos	Ocelote	*Leopardus pardalis*	I
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*	I
	Puma	*Puma concolor*	II

La presencia de especies incluidas en los apéndices de la CITES es indicativa de que el área de estudio forma parte del ámbito de distribución de taxa que, a nivel internacional, requieren regulación en su aprovechamiento y comercio.

Si bien el número de especies registradas no es elevado en proporción al total del listado, su inclusión dentro de este instrumento resalta su relevancia ecológica y la necesidad de evitar presiones adicionales derivaddas de las actividades del proyecto.

En particular, destacan especies de psitácidos, rapaces y reptiles, cuya vulnerabilidad está asociada tanto a la pérdida de hábitat como a su aprovechamiento ilegal. Asimismo,

la presencia de carnívoros como felinos medianos refuerza la importancia del área en términos de conectividad ecológica.

En este contexto, el área de estudio puede funcionar como zona de tránsito o hábitat complementario para estas especies, lo cual es indicativo de la necesidad de implementar medidas que minimicen la fragmentación del paisaje y reduzcan el riesgo de afectaciones directas e indirectas sobre la fauna.

Metodología

La metodología aquí empleada tuvo como finalidad, el conocer a los vertebrados terrestres existentes dentro del Área del Proyecto, Área de Influencia y la RE, para lo cual se efectuó un inventario preliminar de la fauna silvestre, así como un muestreo de campo, mediante la implementación de técnicas y métodos de observación en sitios previamente seleccionados, que se denominaron Transectos de Muestreo (TM). Para conocer a las especies que habitan en determinados sitios, se llevó a cabo inicialmente la recopilación de información bibliográfica.

El inventario preliminar de tipo bibliográfico de especies de fauna silvestre ayudó a inferir con base en su distribución y asociación de cada especie a los distintos tipos de vegetación, la posible presencia o ausencia de las especies animales. Con el trabajo de campo, mediante muestreos directos e indirectos, se determinó la presencia de especies dentro del AP, AI y la RE.

A continuación, se describe el proceso de desarrollo de cada una de las fases que se siguieron para la realización de la descripción e inventario faunístico.

Consulta bibliográfica

La presente fase consistió en la recopilación y análisis de información bibliográfica sobre la fauna reportada para la RE, el AI y el Área del Proyecto, así como en zonas cercanas a nivel municipal y regional, incluyendo el Áreas Natural Protegida RB Zicuirán - Infiernillo. Esta revisión permitió establecer un marco de referencia sobre la composición faunística esperada en la región de estudio.

Con base en la información recabada durante los recorridos de campo y el análisis de gabinete, se elaboró un listado preliminar de las especies de vertebrados con presencia registrada y potencial en la RE/AI y en el Área del Proyecto (AP), correspondiente al

derecho de vía de la autopista. Para su integración se consideraron registros obtenidos mediante observación directa e indirecta, incluyendo evidencia de presencia como huellas, excretas, rastros y otros indicios, lo cual es indicativo de la ocurrencia de especies aun en condiciones de baja detectabilidad.

De manera complementaria, se consultaron fuentes bibliográficas especializadas y bases de datos de biodiversidad, con el propósito de robustecer el listado y asegurar su congruencia con la distribución geográfica conocida de las especies. Asimismo, se identificaron aquellas especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como su inclusión en la International Union for Conservation of Nature y la Convention on International Trade in Endangered Species, lo cual es indicativo de su relevancia en términos de conservación.

Tabla 22. Publicaciones y fuentes utilizadas para la elaboración del listado faunístico preliminar.

Grupo faunístico	Referencias principales
Anfibios y reptiles	A Checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico; Herpetofaunal Inventory and Monitoring
Aves	A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America; Bird Census Techniques
Mamíferos	Los Mamíferos de México; Measuring and Monitoring Biological DIIIersity: Standard Methods for Mammals
Bases de datos y normatIIIidad	BIÓTICA 5.0; NOM-059-SEMARNAT-2010

A partir de la información bibliográfica y los registros de campo, se identificaron las especies de vertebrados con presencia potencial en la RE/AI, así como aquellas efectivamente registradas dentro del Área del Proyecto. La validación del listado incluyó la revisión de la distribución geográfica de las especies, su afinidad con los tipos de vegetación presentes y su tolerancia a condiciones de perturbación, particularmente en el derecho de vía de la autopista.

El listado faunístico resultante distingue entre especies de presencia potencial en la RE/AI y aquellas registradas directa o indirectamente en el AP, lo cual permite diferenciar condiciones de mayor conservación respecto a ambientes modificados. Esta diferenciación es relevante para la evaluación de impactos ambientales, ya que el derecho de vía presenta un grado de perturbación que limita la presencia de fauna sensible, favoreciendo especies generalistas y tolerantes a la actividad antropogénica.

Adicionalmente, se consideró la información generada en estudios ambientales previos asociados a la región, particularmente aquellos relacionados con proyectos de infraestructura y cambio de uso de suelo, con el objetIIIo de mantener consistencia técnica en la caracterización faunística de la RE.

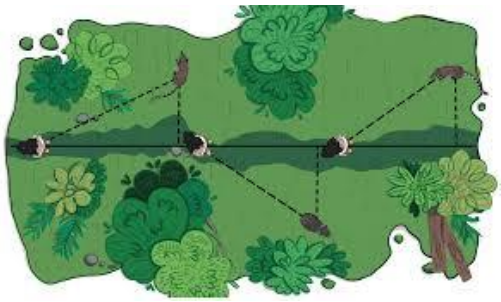
La caracterización de la fauna silvestre se desarrolló basado en métodos científicos para la identificación, descripción y evaluación de los componentes bióticos en función de su entorno, conforme a lo establecido en el Manual de técnicas para el estudio de la fauna silvestre. Este enfoque permite generar información confiable sobre la composición, distribución y uso del hábitat por parte de los vertebrados terrestres.

Técnicas empleadas

El trabajo de campo tuvo como objetivo el registro de fauna vertebrada en la RE/AI y en el Área del Proyecto (AP), mediante técnicas no invasivas basadas en observación directa e indirecta, sin realizar captura de ejemplares.

El registro directo consistió en avistamientos de individuos, identificación en sitio y documentación fotográfica, apoyados con equipo óptico (binoculares) y guías de campo especializadas. Por su parte, el registro indirecto incluyó la identificación de evidencias de presencia, tales como huellas, excretas, madrigueras, nidos, restos óseos y otros indicios, así como información obtenida mediante entrevistas informales con pobladores locales, lo cual es indicativo de la presencia de especies con baja detectabilidad.

Figura 30. Tipos de transectos realizados a lo largo de la trayectoria del proyecto para el registro de individuos de especies faunísticas presentes en el sitio del Proyecto (Fuente: Wildlife Conservation Society - Programa Ecuador. 2020).

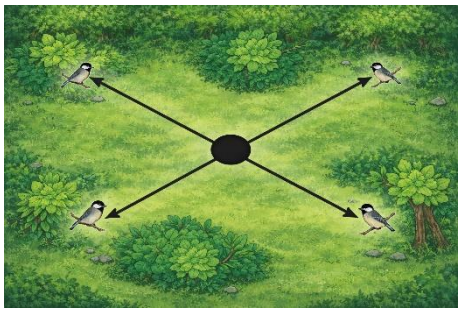


Los recorridos de campo se realizaron mediante transectos lineales establecidos a lo largo del trazo del proyecto, considerando distintos tipos de cobertura vegetal presentes en la RE, como selva baja caducifolia y zonas agrícolas. Los transectos tuvieron una longitud mínima aproximada de hasta 2,000 m, con un ancho de banda variable de observación en función de la visibilidad y accesibilidad del terreno. Durante los recorridos, se mantuvo un desplazamiento lento y silencioso para maximizar la detección de fauna.

De manera complementaria, se aplicó la técnica de selección dirigida de hábitat potencial, enfocada en microambientes con mayor probabilidad de albergar fauna, tales como cuerpos de agua, zonas con acumulación de hojarasca, troncos en descomposición, grietas y áreas con cobertura vegetal densa, lo que permitió incrementar la probabilidad de detección, particularmente para herpetofauna.

Para el caso de las aves, se implementaron puntos fijos de observación distribuidos a lo largo de los transectos, donde el observador permaneció inmóvil durante periodos definidos, registrando visual y auditIIIamente las especies presentes. Este método resultó particularmente útil en zonas con cobertura vegetal densa o visibilidad limitada.

Figura 31. Recuento en punto de radio variable (Fuente: Modificada de researchgate.net).



En el caso de anfibios y reptiles, los registros se realizaron mediante recorridos diurnos y ocasionalmente crepusculares, enfocándose en la búsqueda activa en microhábitats favorables. No se realizaron capturas, priorizando el registro mediante observación directa y evidencias indirectas como mudas, huellas o vocalizaciones en el caso de algunos anfibios.

Para mamíferos, el registro se efectuó exclusivamente mediante métodos indirectos y observación oportunista, considerando rastros como huellas, excretas, madrigueras y otros indicios, así como reportes de pobladores locales. No se emplearon técnicas de fototrampeo, en congruencia con el alcance del estudio y las condiciones del derecho de vía, donde la presencia de fauna es limitada debido al grado de perturbación.

Temporalidad

Se realizó el estudio de fauna silvestre en función de la actividad biológica de cada grupo faunístico estudiado, con un esfuerzo de muestreo que permitió registrar en campo datos estadísticamente significativos para su análisis de los diferentes grupos faunísticos presentes en el área de estudio, dichos muestreos se realizaron con un mínimo de cinco días continuos, ya que las dimensiones de las superficies objeto de estudio se considerarían pequeñas y no se observaron ecosistemas frágiles.

En el siguiente cuadro resumen se puede observar a detalle, los grupos faunísticos estudiados y las características del muestreo.

Tabla 23. Temporalidad de muestreo por grupo faunístico.

Grupo faunístico	Horas/día de muestreo	Días de muestreo	Temporalidad
Ornitofauna	12	6	Diurno
Herpetofauna	12	6	Diurno/Nocturno
Mastofauna	24	6	Diurno/Nocturno
El horario diurno empieza a las 7:00 am y termina a las 4:00 pm o 16:00 hr. El horario Nocturno es de 18:00 a 01:00 am.			

Trabajos de campo

Para conocer la composición de la diversidad de la RE se eligieron aleatoriamente unidades de análisis, en zonas circundantes al AI y al Área del Proyecto. Estas se eligieron previamente a la visita consultando el Google Earth 2026. Se hizo una revisión del área mediante fotografías satelitales para tener un panorama general del terreno y su grado de conservación. Los transectos se eligieron tomando en cuenta las áreas más conservadas y cercanas a los sitios de muestreo de vegetación, ya que, en el área, el tipo de vegetación presente es homogéneo dentro de la RE.

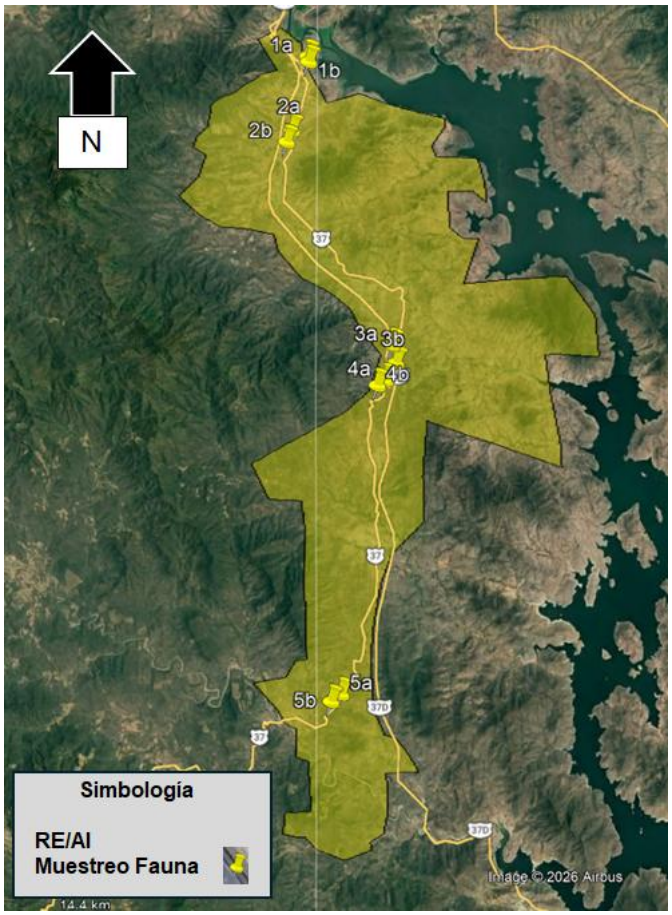
En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los transectos de muestreo donde se observaron las especies de fauna en la RE.

Tabla 24. Coordenadas UTM (inicial y final) de los transectos de muestreo de fauna en la RE.

ID	X	Y	ID	X	Y
1a	815723.00	2076159.00	**1b**	815773.00	2075917.00
2a	815074.00	2072925.00	**2b**	814852.00	2072407.00
3a	186591.00	2063467.00	**3b**	186748.00	2062676.00
4a	184104.00	2048239.00	**4b**	183650.00	2047910.00

En la siguiente figura que se observan los transectos donde se hicieron los muestreos, todos dentro de la RE.

Figura 32. Transectos de muestreo de fauna silvestre en la RE.



En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de los puntos de observación de aves en la RE/AI.

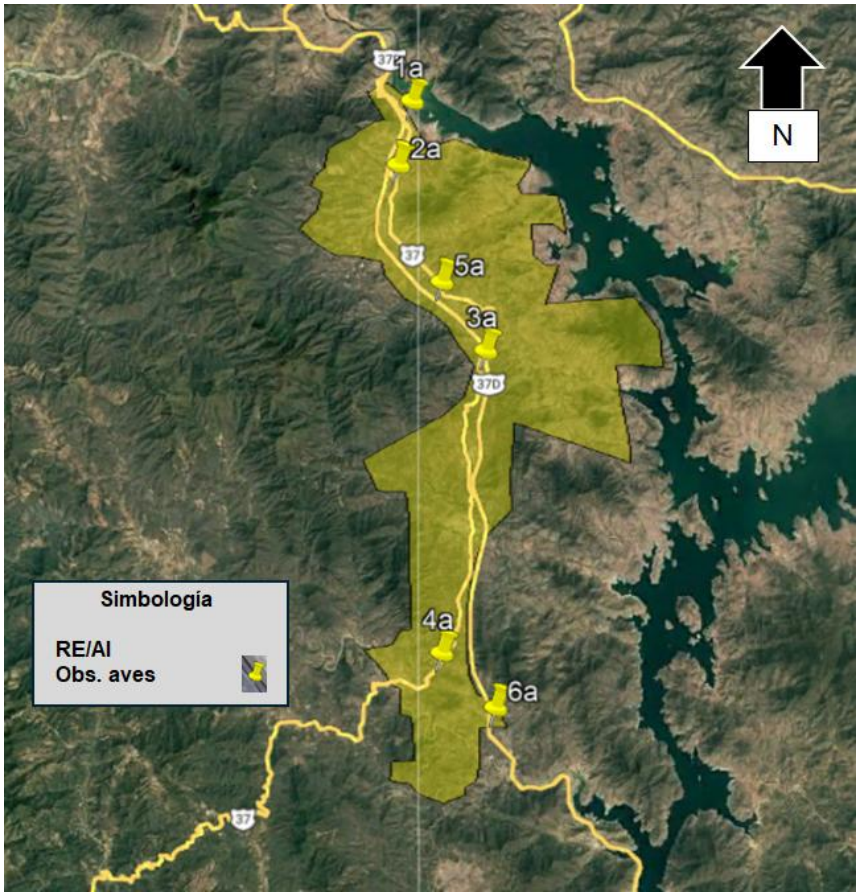
Tabla 25. Coordenadas geográficas en UTM de los puntos de observación de aves en la RE/AI.

ID	X	Y
OA1	815723.00	2076159.00
OA2	815074.00	2072925.00
OA3	186591.00	2063467.00
OA4	184104.00	2048239.00
OA5	184424.41	2066989.33

ID	X	Y
OA6	186786.33	2045412.30

En la siguiente figura se observan los puntos de observación de aves en la RE.

Figura 33. Puntos de observación de aves en la RE.



Para la caracterización de la fauna silvestre en el Área del Proyecto, correspondiente al derecho de vía de la autopista, se definieron unidades de análisis mediante la delimitación de transectos y puntos de observación de aves ubicados directamente sobre esta franja. La selección de estos sitios se realizó a partir de la revisión previa de información cartográfica y de imágenes satelitales mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de identificar las condiciones actuales de cobertura y uso de suelo dentro del derecho de vía.

A diferencia de la RE/AI, donde se priorizaron zonas con mayor grado de conservación, en el AP los recorridos se enfocaron en un entorno previamente intervenido, caracterizado por la presencia de vegetación secundaria, áreas agrícolas adyacentes y elementos asociados a la infraestructura carretera. En este sentido, los transectos se establecieron siguiendo el eje del derecho de vía, lo cual permitió evaluar de manera representativa las condiciones reales de hábitat disponibles para la fauna en un ambiente con alto grado de perturbación.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM de los transectos de muestreo de fauna establecidos dentro del Área del Proyecto.

Tabla 26. Coordenadas UTM (inicial-final) de los transectos de muestreo de fauna en el AP.

ID	X	Y	ID	X	Y
1a	814899.00	2073973.00	**1b**	814835.00	2073540.00
2a	815603.00	2068720.00	**2b**	815860.00	2068388.00
3a	186974.00	2063640.00	**3b**	187016.00	2062615.00
4a	186505.00	2058843.00	**4b**	186236.00	2058136.00
5a	186572.00	2054566.00	**5b**	186509.00	2054344.00

En la siguiente figura se muestran los transectos donde se realizaron los recorridos de campo, todos ubicados dentro del derecho de vía de la autopista.

Figura 34. Transectos de muestreo de fauna silvestre en el Área del Proyecto (AP).



En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM de los puntos de observación de aves establecidos en el Área del Proyecto.

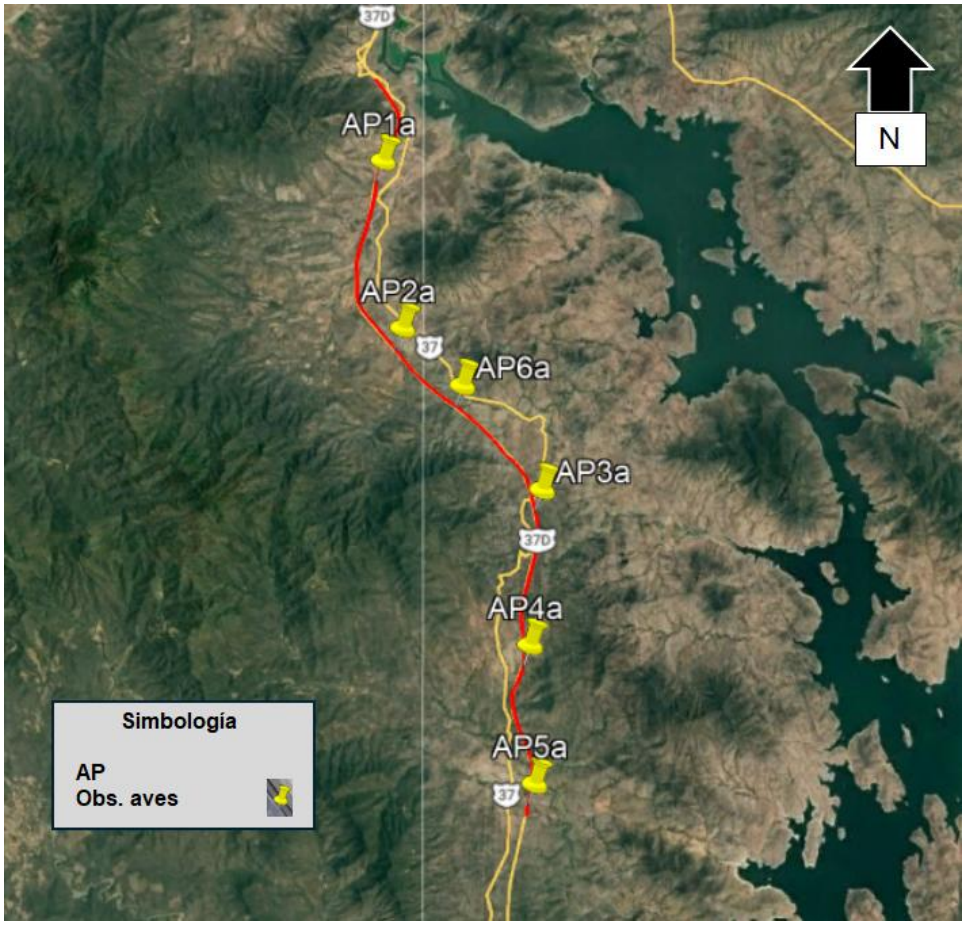
Tabla 27. Coordenadas geográficas en UTM de los puntos de observación de aves en el AP.

ID	X	Y
OA1	814899.00	2073973.00
OA2	815603.00	2068720.00
OA3	186974.00	2063640.00
OA4	186505.00	2058843.00

OA5	186572.00	2054566.00
OA6	184542.00	2066926.00

En la siguiente figura se observan los puntos de observación de aves distribuidos a lo largo del derecho de vía.

Figura 35. Puntos de observación de aves en el Área del Proyecto (AP).



Análisis de la diversidad faunística

Diversidad Alfa α.

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se le considera homogénea.

Índice de Shannon-Wiener

Para valorar dicha diversidad se calculó el Índice de Shannon-Wiener el cual se representa normalmente como H´ y se expresa con un número positivo que varía comúnmente entre 0.5 y 5. Aunque existe una variedad de índices que cuantifican la diversidad de los ecosistemas, el índice de Shannon-Wiener es el más usado, ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, además de que mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y asume que los individuos son seleccionados al azar, estando todas las especies representadas en la muestra (Moreno, et al. 2001). Los ecosistemas con valores menores a 2 muestran una biodiversidad baja, mientras que los hábitats con valores superiores a 3 presentan una diversidad alta, por lo que los valores entre 2.1 a 2.9 se consideran como moderados (Moreno, et al., 2011). La fórmula del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H'= Índice de diversidad Shannon

S=Número de especies

Pi= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i

ln= Logaritmo natural

El índice adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Los valores máximos del índice reportados son cercanos a seis (esto último es muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área. El índice de Shannon es independiente del tamaño de la muestra esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo.

Índice de equidad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. La fórmula del índice de Pielou es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde:

H´=Es el índice de diversidad de Shannon-Wiener

H'=Logaritmo natural de (S)

Hmax= Ln(S)

Donde:

S= Riqueza específica (número total de especies).

Índices de dominancia

Estos índices toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Índice de Simpson

Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, este valor está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. La fórmula para calcular el índice de Simpson es la siguiente:

λ = ∑pi 2

Dónde: Pi es la abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Los valores del índice de Simpson van de 0-1, aquellos valores cercanos a 1 significan mayor dominancia, como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1- λ, por lo tanto, a mayores valores de dominancia la diversidad será baja.

Resultados y estimación de índices de diversidad y equidad de la RE/AI.

Con base en el análisis de la información recabada durante los recorridos de campo en la RE/AI, se presentan a continuación los resultados correspondientes a la fauna registrada, organizados por grupo faunístico.

Los registros obtenidos sumaron un total de 27 especies, pertenecientes a 9 órdenes y 15 familias, lo cual representa aproximadamente el 15.08% del total de especies consideradas en el listado potencial (179 especies).

El grupo más representativo fue el de las aves, con un total de 14 especies, seguido de los reptiles con 7 especies y los mamíferos con 6 especies. En el caso de los anfibios, no se registraron individuos durante los trabajos de campo, lo cual es consistente con las condiciones de muestreo, caracterizadas por ambientes predominantemente secos y altamente modificados.

Este patrón es indicativo de una mayor detectabilidad y diversidad de avifauna en ambientes abiertos y mosaicos agropecuarios, así como de la dominancia de especies generalistas adaptadas a condiciones antropizadas.

Tabla 28. Especies faunísticas observadas en la RE/AI.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Abundancia
MAMÍFEROS																	
Carnllora	Canidae	Canis	Canis latrans	Coyote	No endémica	Residente	-	LC	-	1	0	1	0	1	0	1	4
Carnllora	Procyonidae	Nasua	Nasua narica	Coatí	No endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	0	0	1	5
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	cunicularius	Conejo de monte	Endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	1	1	1	7
Rodentia	Sciuridae	Sciurus	Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	Endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	0	0	1	9
Rodentia	Sciuridae	Notocitellus	Notocitellus adocetus	Ardilla terrestre	Endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	1	1	1	7
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	Didelphis virginiana	Tlacuache	No endémica	Residente	-	LC	-	0	1	0	1	1	0	1	4
REPTILES																	
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus pyrocephalus	Lagartija cabeza roja	Endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	0	0	1	9
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	Endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	1	1	2	12
Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	Aspidoscelis guttatus	Huico	Endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	2	2	2	10
Squamata	Iguanidae	Ctenosaura	Ctenosaura pectinata	Iguana negra	Endémica	Residente	Pr	LC	II	1	1	1	1	0	0	1	5
Squamata	Iguanidae	Iguana	Iguana iguana	Iguana verde	No endémica	Residente	Pr	LC	II	1	1	1	1	0	0	1	5

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Abundancia
Squamata	Boidae	Boa	Boa imperator	Boa	No endémica	Residente	Pr	LC	II	0	1	0	0	0	0	0	1
Squamata	Viperidae	Crotalus	Crotalus basiliscus	Cascabel del Pacífico	Endémica	Residente	-	NT	II	0	1	0	1	0	1	0	3
						AVES											
Passeriformes	Icteridae	Quiscalus	Quiscalus mexicanus	Zanate	No endémica	Residente	-	LC	-	3	3	3	3	5	5	4	26
Passeriformes	Passeridae	Passer	Passer domesticus	Gorrión doméstico	Introducida	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	4	4	3	19
Columbiformes	Columbidae	Columbina	Columbina inca	Tortolita	No endémica	Residente	-	LC	-	3	3	3	3	4	4	3	23
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	Hirundo rustica	Golondrina	No endémica	Migratoria	-	LC	-	2	2	2	2	3	3	2	16
Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus	Bienteveo	No endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	1	1	2	12
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	No endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	1	1	2	12
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	Cathartes aura	Zopilote aura	No endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	2	2	1	9
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	No endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	3	3	2	12
Piciformes	Picidae	Melanerpes	Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado	Endémica	Residente	-	LC	-	2	2	2	2	0	0	1	9
Coraciiformes	Momotidae	Momotus	Momotus mexicanus	Momoto	No endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	0	0	1	5

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Abundancia
Galliformes	Cracidae	Ortalis	Ortalis poliocephala	Chachalaca	Endémica	Residente	-	LC	-	1	1	1	1	0	0	1	5
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia	Amazilia rutila	Colibrí canela	No endémica	Residente	-	LC	II	1	1	1	1	1	1	1	7
Apodiformes	Trochilidae	Cynanthus	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	Endémica	Residente	-	LC	II	1	1	1	1	0	0	1	5
Cuculiformes	Crotophagidae	Crotophaga	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	No endémica	Residente	-	LC	-	1	0	1	0	2	2	1	7
									TOTAL	36	37	36	36	33	32	38	248

Endemicidad: Endémico- En; NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción-P; Amenazada-A; Sujeta a protección especial-Pr; Estacionalidad aves: RER.-Residente en época de reproducción, MENR.-Migratoria en época no reproducción, M.- Migratoria transitorio o de paso, R.-Residente todo el año, I.- Introducida; Especies Prioritarias: EP; IUCN: Extinct-EX; Extinct in the wild-EW; Critically endangered-CR; Endangered-EN; Vulnerable-VU; Near threatened-NT; Least concern-LC; Data deficient-DD; CITES: I-Anexo I; II-Anexo II; III-Anexo III.

Algunas de las especies de vertebrados registradas durante los trabajos de campo corresponden a especies no endémicas; por tal motivo, en la tabla anterior se incorporaron columnas específicas para describir tanto la endemicidad como la estacionalidad de los individuos observados, lo cual permite una mejor interpretación ecológica de la comunidad faunística presente en la Región Ecologica (RE) y AI.

Como se puede observar, la mayoría de las especies registradas no se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; no obstante, se identificaron algunas especies con estatus de protección. En el grupo de los reptiles, destacan especies como *Ctenosaura pectinata* e *Iguana iguana*, clasificadas como Sujetas a Protección Especial (Pr). Asimismo, se registró *Ctenosaura clarki*, catalogada como Amenazada (A), lo cual es indicativo de la presencia de elementos de interés para la conservación dentro del área de estudio.

En el grupo de las aves, se identificaron especies con relevancia en instrumentos de conservación internacional, particularmente psitácidos como *Ara militaris*, clasificada en categoría de Peligro de Extinción (P) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como *Amazona albifrons* y *Eupsittula canicularis*, ambas bajo la categoría de Protección Especial (Pr).

Para el grupo de los mamíferos, no se identificaron especies incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, predominando especies de amplia distribución, hábitos generalistas y tolerantes a la perturbación, como *Canis latrans*, *Nasua narica* y *Didelphis virginiana*.

En cuanto a la clasificación de la International Union for Conservation of Nature (IUCN), la mayoría de las especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC), lo cual es indicativo de que, a nivel global, no presentan un riesgo significatIIIo de extinción. No obstante, resalta la presencia de especies como *Ctenosaura clarki* y *Ara militaris*, clasificadas como Vulnerables (VU), así como *Crotalus basiliscus*, considerada como Casi Amenazada (NT), lo cual es indicativo de la importancia del área en términos de conectIIIidad ecológica y mantenimiento de poblaciones regionales.

Por su parte, en los listados de la Convention on International Trade in Endangered Species (CITES), se identificaron diversas especies incluidas en el Apéndice II, tales como *Iguana iguana, Ctenosaura pectinata, Boa imperator* y varias especies de aves

(psitácidos y colibríes), lo cual es indicativo de la necesidad de regulación en su comercio internacional debido a su relevancia ecológica y presión potencial por aprovechamiento.

En términos generales, la fauna registrada en la RE/AI está compuesta principalmente por especies de amplia distribución geográfica, con una baja proporción de especies en alguna categoría de riesgo, lo cual es indicativo de un sistema ambiental con cierto grado de perturbación, donde predominan especies generalistas y tolerantes a las actividades antropogénicas.

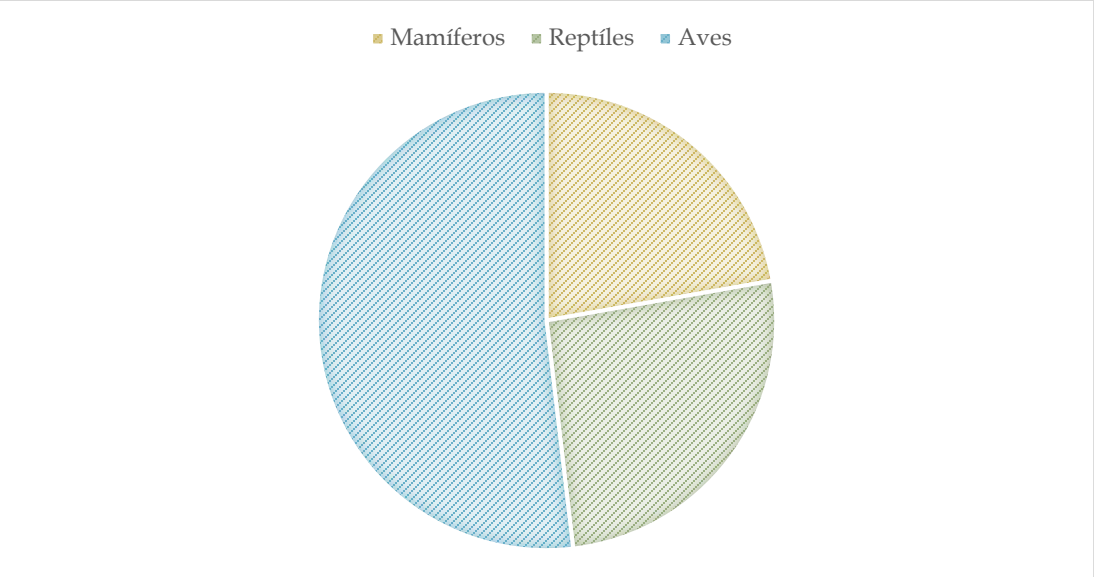
Tabla 29. Representatividad de los principales vertebrados terrestres, registrados durante el inventario de fauna silvestre en el SAR.

Grupo taxonómico	Especie	Número de individuos
Mamíferos	6	36
Reptiles	7	45
Aves	14	167
Total	27	248

Para el área de estudio, los recorridos se realizaron tomando como referencia las brechas existentes, lo que permitió cubrir de manera sistemática las distintas unidades de vegetación y uso de suelo presentes en la RE/AI. Esta estrategia facilitó la integración espacial del muestreo, asegurando la representación de ambientes con diferentes grados de conservación, desde zonas agrícolas hasta remanentes de selva baja caducifolia.

En la siguiente figura se muestra de manera esquemática la disposición de los transectos y su relación con las coberturas presentes en el área de estudio.

Figura 36. Distribución de transectos y coberturas en la RE/AI.



Como se observa en la figura anterior, la distribución de los transectos permitió identificar un patrón en la presencia de la fauna, particularmente de la avifauna, asociado a la disponibilidad de cobertura vegetal.

En un contexto donde el paisaje presenta distintos niveles de transformación, las especies tienden a concentrarse en zonas que conservan mayor estructura vegetal, tales como:

- Remanentes de selva baja caducifolia
- Bordes de vegetación
- Zonas de transición entre agricultura y vegetación secundaria

Estas áreas funcionan como sitios de atracción, ya que ofrecen recursos clave como alimento, refugio y sitios de percha, lo cual es indicativo de una mayor actividad y riqueza de especies en comparación con zonas agrícolas o altamente perturbadas.

En este sentido, se observa el predominio de especies generalistas y tolerantes a la perturbación, así como la presencia de especies depredadoras, particularmente aves rapaces, que aprovechan la concentración de presas en estos ambientes, lo cual es indicativo de una dinámica trófica activa dentro de la RE/AI.

Mastofauna

Para este grupo faunístico se registró una riqueza específica de 6 especies, con un total de 36 registros (avistamientos directos e indirectos) de mamíferos durante los recorridos realizados en la RE.

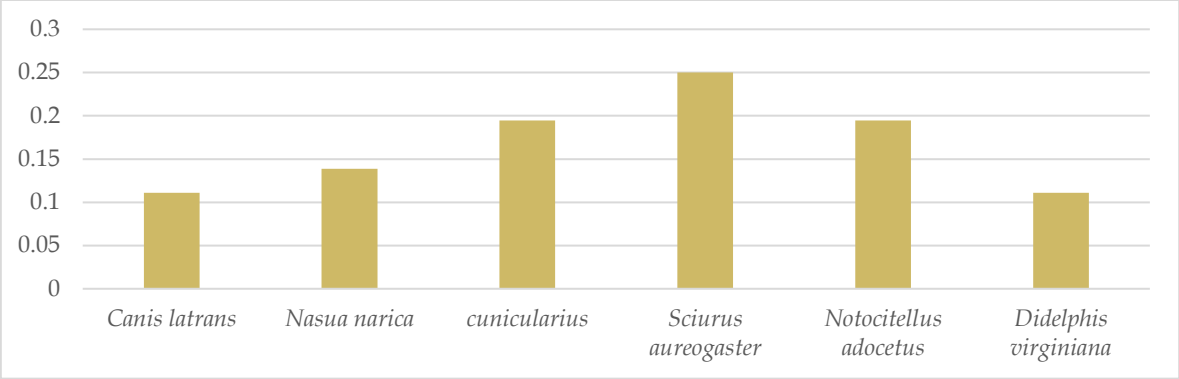
Las especies identificadas corresponden principalmente a mamíferos terrestres de talla mediana y pequeña, asociados a ambientes abiertos, vegetación secundaria y zonas con influencia antrópica.

Tabla 30. Registros de mamíferos en la RE.

Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Canis latrans	*Coyote*	4
Nasua narica	*Coatí*	5
cunicularius	*Conejo de monte*	7
Sciurus aureogaster	*Ardilla vientre rojo*	9
Notocitellus adocetus	*Ardilla terrestre*	7
Didelphis virginiana	*Tlacuache*	4

A continuación, se presenta la gráfica de abundancia relativa de los individuos registrados durante el muestreo, con el objetivo de facilitar la interpretación de la estructura de la comunidad.

Figura 37. Abundancia de mamíferos registrados en el SAR.



De acuerdo con la información obtenida, la especie que presenta la mayor abundancia es *Sciurus aureogaster* (ardilla vientre rojo), con el 25% del total de registros, seguida por *Sylvilagus cunicularius* (conejo de monte) y *Notocitellus adocetus* (ardilla terrestre), ambas con aproximadamente 19.44%.

En un nivel intermedio se encuentran *Nasua narica* (coatí), con 13.89%, así como *Canis latrans* (coyote) y *Didelphis virginiana* (tlacuache), cada uno con 11.11%.

Este patrón de abundancia es indicativo de una comunidad dominada por especies generalistas, con alta capacidad de adaptación a ambientes modificados, lo cual es consistente con las condiciones del área de estudio, caracterizadas por la presencia de agricultura, vegetación secundaria y fragmentación del hábitat.

Cabe destacar que algunos registros fueron obtenidos de manera indirecta, mediante la identificación de huellas, excretas y rastros, particularmente en el caso de especies de hábitos crípticos o nocturnos como el tlacuache y el coyote.

Con base en los datos de abundancia obtenidos, se calcularon los índices de diversidad para este grupo faunístico.

Tabla 31. Índice de diversidad de mamíferos en la RE.

MAMÍFEROS			
Nombre científico	**Nombre común**	**Numero de individuos**	**Abundancia relativa (pi)**
Canis latrans	Coyote	4	0.111111111
Nasua narica	Coatí	5	0.138888889
cunicularius	Conejo de monte	7	0.194444444
Sciurus aureogaster	Ardilla vientre rojo	9	0.25
Notocitellus adocetus	Ardilla terrestre	7	0.194444444
Didelphis virginiana	Tlacuache	4	0.111111111
Total		H'	1.746

MAMÍFEROS		
Riqueza S: 6	H'max	1.792
	J'	0.974

Se obtuvo un valor de diversidad de H' = 1.746 conforme al índice de Shannon-Wiener, lo cual es indicativo de una diversidad moderada dentro del área evaluada.

Este valor refleja la presencia de varias especies con una distribución relativamente equilibrada de sus abundancias, sin que exista una dominancia marcada por una sola especie.

Por su parte, la diversidad máxima teórica fue de H' máx = 1.792, valor que representa la condición en la cual todas las especies presentan la misma abundancia.

La equitatividad de Pielou fue de J' = 0.974, lo cual es indicativo de una alta uniformidad en la distribución de las abundancias, evidenciando que las especies registradas presentan valores similares de presencia dentro del sistema.

Tabla 32. Índices de diversidad de mamíferos en el área de estudio.

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	6
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.746
Diversidad máxima (H' máx)	1.792
Equitatividad de Pielou (J')	0.974

Los valores obtenidos son indicativos de una comunidad con alta equitatividad y diversidad relativamente homogénea, característica de ensamblajes de mamíferos en ambientes con perturbación intermedia.

Sin embargo, la composición específica está dominada por especies:

- De amplia distribución
- Generalistas
- Tolerantes a la perturbación

Lo cual es indicativo de una región influenciada por actividades antropogénicas.

No obstante, la presencia de especies como *Nasua narica* y *Canis latrans*, que requieren áreas relativamente amplias para su desplazamiento, sugiere que el área de estudio aún mantiene cierto grado de conectividad ecológica con zonas mejor conservadas.

En conjunto, la mastofauna registrada refleja un sistema funcional, pero con una estructura simplificada, donde predominan especies adaptadas a condiciones de disturbio y mosaicos agropecuarios.

Ornitofauna

Para el grupo de las aves se registró una riqueza específica de 14 especies, con un total de 167 individuos observados durante los recorridos de campo en la RE.

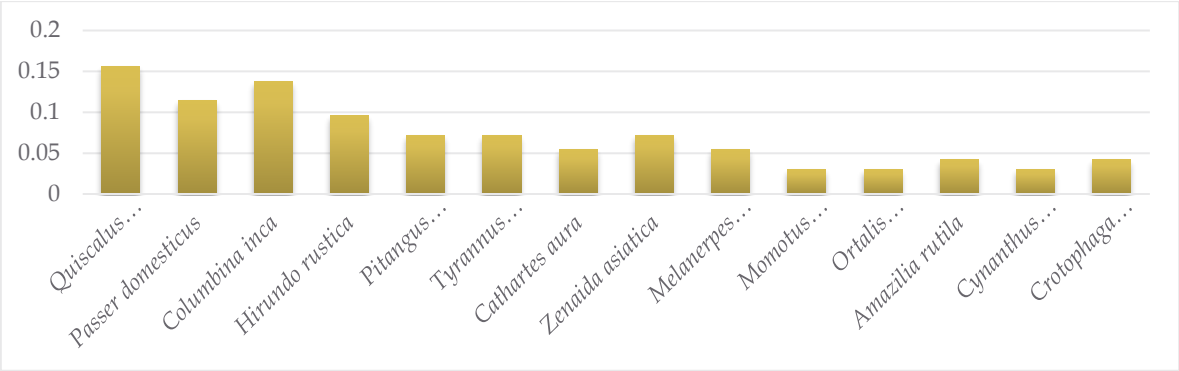
A diferencia de la mastofauna, en este grupo se observa una mayor representatividad tanto en términos de riqueza como de abundancia, lo cual es consistente con la alta detectabilidad de las aves y su capacidad de aprovechar distintos tipos de cobertura, incluyendo áreas agrícolas, bordes de vegetación y remanentes de selva baja caducifolia.

Tabla 33. Registros de ornitofauna en la RE.

Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos
Quiscalus mexicanus	Zanate	26
Passer domesticus	Gorrión doméstico	19
Columbina inca	Tortolita	23
Hirundo rustica	Golondrina	16
Pitangus sulphuratus	Bienteveo	12
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	12
Cathartes aura	Zopilote aura	9
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	12
Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado	9
Momotus mexicanus	Momoto	5
Ortalis poliocephala	Chachalaca	5
Amazilia rutila	Colibrí canela	7
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	5
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	7

A continuación, se presenta la distribución de abundancia relativa de las especies registradas, lo cual permite identificar los patrones de dominancia dentro de la comunidad.

Figura 38. Abundancia de ornitofauna registrada en la RE.



De acuerdo con los datos obtenidos, las especies con mayor abundancia corresponden a *Quiscalus mexicanus* (zanate) con 15.57%, *Columbina inca* (tortolita) con 13.77%, *Passer domesticus* (gorrión doméstico) con 11.38% y *Hirundo rustica* (golondrina) con 9.58%. Este patrón es indicativo de la dominancia de especies generalistas y altamente adaptadas a ambientes antropizados, particularmente en zonas agrícolas y áreas abiertas. Por su parte, especies como *Momotus mexicanus* (momoto), *Ortalis poliocephala* (chachalaca) y *Cynanthus latirostris* (colibrí pico ancho) presentan abundancias menores, lo cual es indicativo de su afinidad por hábitats con mayor cobertura vegetal, como remanentes de selva baja caducifolia.

Asimismo, la presencia de colibríes (*Amazilia rutila, Cynanthus latirostris*) y carpinteros (*Melanerpes chrysogenys*) es indicativa de la existencia de recursos florales y estructura arbórea residual, elementos clave para el mantenimiento de la diversidad funcional del grupo.

Tabla 34. Índice de diversidad de ornitofauna en la RE.

AVES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Quiscalus mexicanus	Zanate	26	0.155688623

AVES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Passer domesticus	Gorrión doméstico	19	0.113772455
Columbina inca	Tortolita	23	0.137724551
Hirundo rustica	Golondrina	16	0.095808383
Pitangus sulphuratus	Bienteveo	12	0.071856287
Tyrannus melancholicus	Tirano tropical	12	0.071856287
Cathartes aura	Zopilote aura	9	0.053892216
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	12	0.071856287
Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado	9	0.053892216
Momotus mexicanus	Momoto	5	0.02994012
Ortalis poliocephala	Chachalaca	5	0.02994012
Amazilia rutila	Colibrí canela	7	0.041916168
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	5	0.02994012
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy	7	0.041916168
Total		H'	2.498
Riqueza S: 14		H'max	2.639
		J'	0.947

El valor de diversidad (H' = 2.498) es indicativo de una diversidad relativamente alta, lo cual refleja la coexistencia de múltiples especies con diferentes niveles de abundancia dentro del área de estudio.

La equitatividad (J' = 0.947) muestra que la comunidad presenta una distribución bastante homogénea, sin una dominancia extrema, aunque con cierta preponderancia de especies oportunistas.

La cercanía entre el valor observado de diversidad y la diversidad máxima es indicativa de una estructura comunitaria bien equilibrada, lo cual sugiere que, a pesar del grado de perturbación, el sistema aún mantiene condiciones funcionales para sostener diversidad avifaunística.

Tabla 35. Índices de diversidad de ornitofauna en la RE.

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	14
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.498
Diversidad máxima (H'max)	2.639
Equidad de Pielou (J')	0.947

El valor de diversidad obtenido (H' = 2.498) se aproxima considerablemente a la diversidad máxima esperada (H' máx = 2.639), lo cual es indicativo de que la comunidad avifaunística presenta una estructura cercana al óptimo teórico bajo condiciones de distribución equitativa. Esta relación sugiere que, aunque existen variaciones en la abundancia de las especies, estas no son lo suficientemente marcadas como para generar una dominancia fuerte dentro del ensamble.

Por su parte, la equitatividad (J' = 0.947) confirma que la distribución de los individuos entre las especies es altamente uniforme, lo cual es indicativo de una comunidad bien balanceada desde el punto de vista numérico. En este contexto, la riqueza específica registrada (S = 14) adquiere mayor relevancia, ya que no solo refleja el número de especies presentes, sino que está acompañada por una adecuada distribución de abundancias, lo que fortalece la estabilidad ecológica del grupo dentro del área de estudio.

Herpetofauna

Para el grupo de reptiles se registró una riqueza específica de 7 especies, con un total de 45 individuos observados durante los recorridos de campo en la RE.

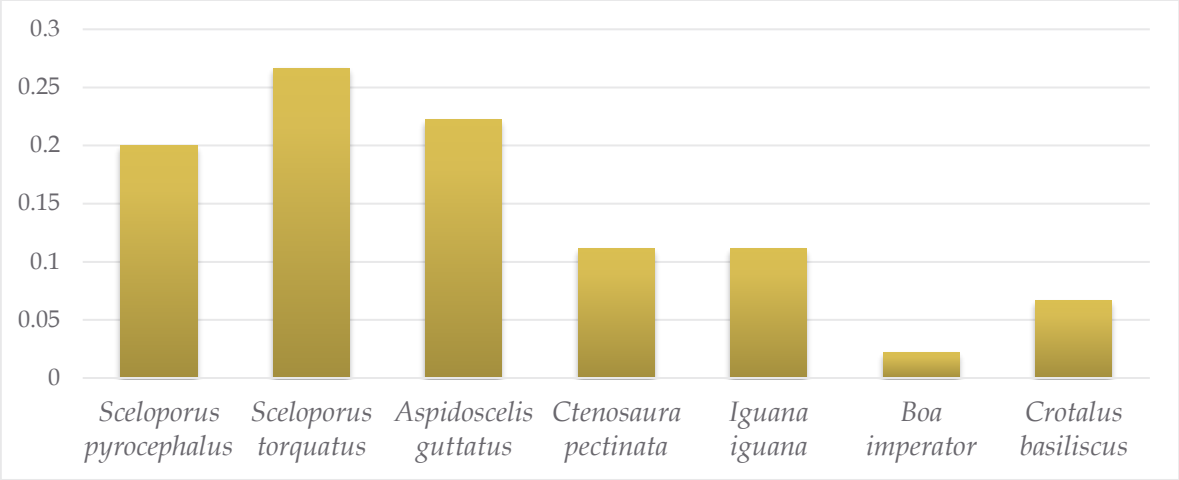
Este grupo presenta una composición típica de ambientes cálidos y estacionales, donde predominan especies de lagartijas activas y de alta detectabilidad, acompañadas por reptiles de mayor tamaño y menor frecuencia de observación.

Tabla 36. Registros de reptiles en la RE

Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos
Sceloporus pyrocephalus	Lagartija cabeza roja	9
Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	12
Aspidoscelis guttatus	Huico	10
Ctenosaura pectinata	Iguana negra	5
Iguana iguana	Iguana verde	5
Boa imperator	Boa	1
Crotalus basiliscus	Cascabel del Pacífico	3

A continuación, se presenta una gráfica con la abundancia relativa de los individuos muestreados durante el recorrido realizado en la RE, para una mejor interpretación de los resultados obtenidos.

Figura 39. Abundancia de Reptiles registrados en la RE.



Las especies con mayor abundancia corresponden a *Sceloporus torquatus* (26.67%), *Aspidoscelis guttatus* (22.22%) y *Sceloporus pyrocephalus* (20.00%). Este patrón es indicativo del predominio de especies heliotérmicas y generalistas, las cuales encuentran condiciones favorables en ambientes abiertos, bordes de vegetación y zonas con cobertura secundaria.

En contraste, especies como *Boa imperator* y *Crotalus basiliscus* presentan abundancias bajas, lo cual es consistente con su comportamiento críptico, su baja densidad poblacional y su menor detectabilidad durante muestreos de tipo visual.

Tabla 37. Diversidad de Reptiles en la RE.

REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Sceloporus pyrocephalus	Lagartija cabeza roja	9	0.2
Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	12	0.266666667
Aspidoscelis guttatus	Huico	10	0.222222222
Ctenosaura pectinata	Iguana negra	5	0.111111111

REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Iguana iguana	Iguana verde	5	0.111111111
Crotalus basiliscus	Cascabel del Pacífico	3	0.066666667
Total		H'	1.762
Riqueza S: 7		H'max	1.946
		J'	0.905

De acuerdo estos datos se obtuvieron que la diversidad faunística para el grupo de reptiles corresponde a 1.911 conforme al Índice de Shannon-Wiener (H'), lo cual es indicativo de una diversidad alta dentro del área de estudio, considerando el número de especies registradas (S = 8) y la distribución de sus abundancias.

Una diversidad alta es indicativa de un ecosistema con buena complejidad biológica y condiciones ambientales favorables, donde coexisten diversas especies con distintos niveles de abundancia. Esto puede traducirse en que dentro del área evaluada aún se mantienen condiciones que permiten la presencia y permanencia de la herpetofauna registrada. No obstante, es importante considerar factores como la fragmentación del hábitat, la presión antropogénica y las modificaciones del entorno, los cuales pueden influir en la dinámica de estas poblaciones.

Tabla 38. Índices de diversidad de reptiles en la RE.

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	7
Índice de Shannon-Wiener (H')	1.762
Diversidad máxima (H' máx)	1.946
Equitatividad de Pielou (J')	0.905

El valor de diversidad obtenido es indicativo de una diversidad intermedia, lo cual refleja una comunidad con menor número de especies en comparación con otros grupos, pero con una distribución de abundancias relativamente equilibrada.

La equitatividad (J' = 0.905) muestra que, a pesar de la dominancia de algunas especies de lagartijas, la comunidad mantiene una estructura relativamente homogénea, sin concentraciones extremas de individuos en una sola especie.

La cercanía entre H' y H' máx es indicativa de que la comunidad se encuentra bien estructurada dentro de los límites de su riqueza específica, lo cual sugiere que las condiciones ambientales permiten la coexistencia de las especies registradas.

Resultados y estimación de índices de diversidad y equidad del AP.

Con base en la información recabada durante los recorridos de campo en el derecho de vía del proyecto, se presentan los resultados del inventario faunístico para el Área de Proyecto (AP), los cuales reflejan las condiciones ecológicas de un entorno dominado por actividades agrícolas.

Los registros obtenidos sumaron un total de 19 especies y 229 individuos, lo cual es indicativo de una comunidad con menor riqueza específica en comparación con la RE. Esta diferencia está directamente relacionada con la homogeneidad del hábitat, donde la cobertura vegetal es limitada y la estructura del paisaje presenta escasa complejidad.

Tabla 39. Fauna presente en el AP.

Grupo taxonómico	Especie	Número de individuos
Mamíferos	4	23
Reptiles	4	36
Aves	11	170
Total	19	229

La composición faunística está dominada por especies de amplia distribución, con alta tolerancia a la perturbación. La presencia de especies endémicas en reptiles y algunos mamíferos no necesariamente refleja condiciones de conservación elevadas, sino la capacidad de estos organismos para persistir en ambientes abiertos y modificados. La ausencia de especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 refuerza la interpretación de un sistema con bajo nivel de sensibilidad ecológica en términos de conservación normativa.

La clasificación de la mayoría de las especies en categorías de Preocupación Menor (LC) es consistente con comunidades dominadas por especies generalistas. Sin embargo, la presencia de *Crotalus basiliscus* como especie Casi Amenazada (NT) introduce un elemento de interés ecológico, particularmente por su papel como depredador dentro de la red trófica.

Tabla 40. Registros de fauna obtenidos en los transectos realizados en superficie del AP.

	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Abundancia
MAMÍFEROS																
Carnívora	Canidae	Canis	Canis latrans	Coyote	No	Residente	-	LC	-	1	0	1	0	1	0	3
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus	Sylvilagus cunicularius	Conejo	Sí	Residente	-	LC	-	1	2	1	1	2	1	8
Rodentia	Sciuridae	Notocitellus	Notocitellus adocetus	Ardilla terrestre	Sí	Residente	-	LC	-	2	1	2	1	2	1	9
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	Didelphis virginiana	Tlacuache	No	Residente	-	LC	-	0	1	0	1	0	1	3

	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Abundancia
REPTILES																
Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus	Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	Sí	Residente	-	LC	-	3	2	2	3	2	1	13
Squamata	Teiidae	Aspidoscelis	Aspidoscelis guttatus	Huico	Sí	Residente	-	LC	-	2	3	2	2	3	2	14
Squamata	Dactyloidae	Anolis	Anolis nebulosus	Abaniquillo	Sí	Residente	-	LC	-	1	2	1	1	1	1	7
Squamata	Viperidae	Crotalus	Crotalus basiliscus	Cascabel	Sí	Residente	-	NT	II	0	1	0	0	1	0	2
AVES																
Passeriformes	Icteridae	Quiscalus	Quiscalus mexicanus	Zanate	No	Residente	-	LC	-	6	4	5	3	7	4	29
Passeriformes	Passeridae	Passer	Passer domesticus	Gorrión	Introducida	Residente	-	LC	-	3	5	4	2	5	3	22
Columbiformes	Columbidae	Columbina	Columbina inca	Tortolita	No	Residente	-	LC	-	5	3	4	4	6	3	25
Columbiformes	Columbidae	Zenaida	Zenaida asiatica	Paloma alas blanc	No	Residente	-	LC	-	2	3	2	4	5	3	19

	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Abundancia
				as												
Passeriformes	Tyrannidae	Pitangus	Pitangus sulphuratus	Bienteveo	No	Residente	-	LC	-	2	1	3	2	2	1	11
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	Tyrannus melancholicus	Tirano	No	Residente	-	LC	-	1	2	2	3	2	1	11
Cathartiformes	Cathartidae	Cathartes	Cathartes aura	Zopilote	No	Residente	-	LC	-	1	2	1	2	3	2	11
Passeriformes	Hirundinidae	Hirundo	Hirundo rustica	Golondrina	No	Migratoria	-	LC	-	4	2	3	2	4	3	18
Passeriformes	Icteridae	Icterus	Icterus pustulatus	Calandria	No	Residente	-	LC	-	1	1	2	1	2	1	8
Passeriformes	Tyrannidae	Pyrocephalus	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	No	Residente	-	LC	-	1	0	1	1	1	1	5
Cuculiformes	Crotophagidae	Crotophaga	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	No	Residente	-	LC	-	2	1	2	1	3	2	11

Endemicidad: Endémico- En; NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción-P; Amenazada-A; Sujeta a protección especial-Pr; Estacionalidad aves: RER.-Residente en época de reproducción, MENR.-Migratoria en época no reproducción, M.- Migratoria transitorio o de paso, R.-Residente todo el año, I.- Introducida; Especies Prioritarias: EP; IUCN: Extinct-EX; Extinct in the wild-EW; Critically endangered-CR; Endangered-EN; Vulnerable-VU; Near threatened-NT; Least concern-LC; Data deficient-DD; CITES: I-Anexo I; II-Anexo II; III-Anexo III.

La tabla de representatividad muestra una clara dominancia del grupo de aves tanto en número de especies como en abundancia, lo cual es indicativo de su capacidad para explotar eficientemente los recursos disponibles en ambientes agrícolas. En contraste, los mamíferos y reptiles presentan menor riqueza y abundancia, lo cual responde a limitaciones en refugio, disponibilidad de microhábitats y presión antrópica constante.

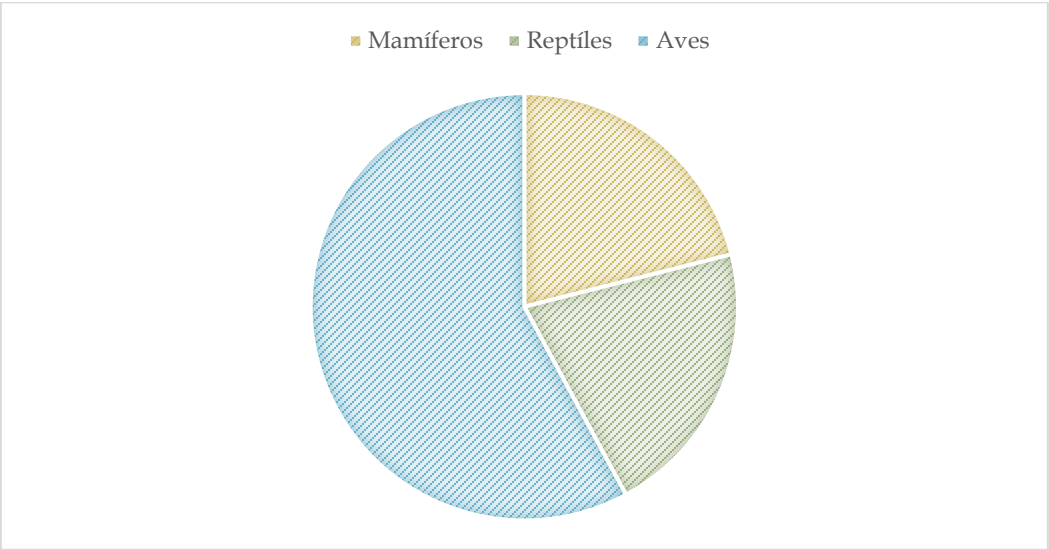
Los transectos fueron distribuidos de manera uniforme dentro de áreas agrícolas, lo cual permitió obtener una cobertura homogénea del sitio, aunque limitada en términos de heterogeneidad ambiental.

En relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies en categorías de riesgo dentro del AP, lo cual es indicativo de la dominancia de especies tolerantes a la perturbación. No obstante, en el grupo de reptiles destaca *Crotalus basiliscus*, especie que, si bien no cuenta con estatus en la NOM, presenta relevancia ecológica como depredador dentro del sistema.

Respecto a la IUCN, la totalidad de las especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC), con excepción de *Crotalus basiliscus*, clasificada como Casi Amenazada (NT), lo cual es indicativo de una ligera vulnerabilidad a nivel global.

Por su parte, en la CITES se identificó únicamente a *Crotalus basiliscus* dentro del Apéndice II, lo que implica regulación en su comercio internacional, aunque su presencia en el área es reducida.

Figura 40. Número de especies por grupo taxonómico.



Los recorridos en el AP se realizaron a lo largo de seis transectos distribuidos a lo largo de los 25 Km, por lo que esta condición metodológica es indicativa de un muestreo enfocado en ambientes transformados, con baja heterogeneidad estructural.

La disposición espacial de los transectos es indicativa de un muestreo representativo de condiciones homogéneas, lo que se traduce en una baja variabilidad en la composición de especies entre sitios. Este patrón se refleja en la repetición de especies dominantes a lo largo de los transectos, particularmente en el caso de aves asociadas a campos abiertos.

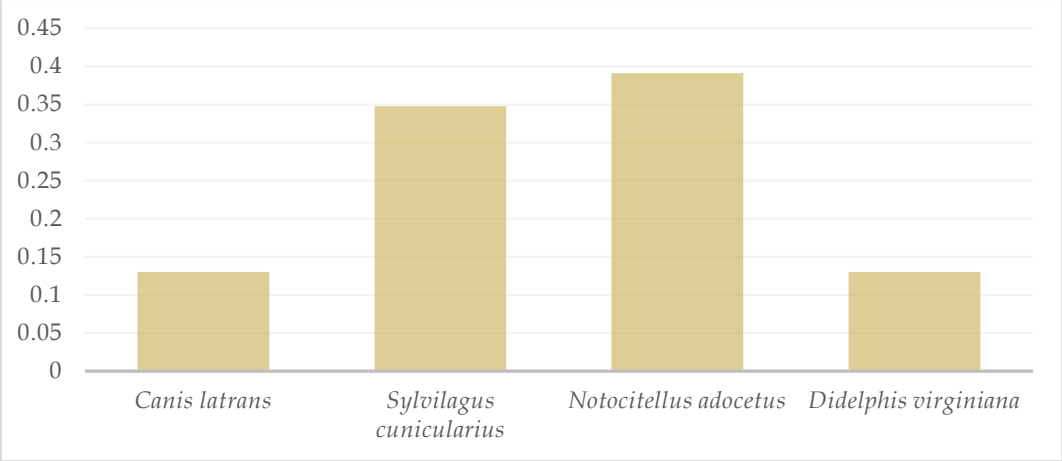
En este contexto, la fauna registrada en el AP es indicativa de una región antropizada, con baja complejidad estructural y dominancia de especies generalistas, aunque con presencia puntual de especies de mayor valor ecológico que utilizan el área de manera ocasional o como zona de tránsito.

Así mismo para estimar la biodiversidad del AP se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el siguiente apartado:

Mamíferos

Para este grupo se registraron 4 especies con un total de 23 individuos, lo cual es indicativo de una comunidad reducida en términos de riqueza.

Figura 41. Abundancia relativa de mamíferos en el AP.



El análisis de la tabla muestra una dominancia clara de roedores y lagomorfos, particularmente *Notocitellus adocetus* y *Sylvilagus cunicularius*, cuyas abundancias reflejan su afinidad por ambientes abiertos. La baja representación de carnívoros y

marsupiales es indicativa de la limitada disponibilidad de refugios y recursos tróficos más complejos.

Tabla 41. Registros de mamíferos en el AP.

Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos
Canis latrans	*Coyote*	*3*
Sylvilagus cunicularius	*Conejo*	*8*
Notocitellus adocetus	*Ardilla terrestre*	*9*
Didelphis virginiana	*Tlacuache*	*3*

Los valores de abundancia muestran el predominio de *Notocitellus adocetus* y *Sylvilagus cunicularius*, especies asociadas a ambientes abiertos y agrícolas, mientras *que Canis latrans* y *Didelphis virginiana* presentan menor frecuencia de registro.

Tabla 42. Abundancia de mamíferos en el área del proyecto (AP).

MAMÍFEROS			
Nombre científico	**Nombre común**	**Numero de individuos**	**Abundancia relativa (pi)**
Canis latrans	*Coyote*	*3*	*0.130434783*
Sylvilagus cunicularius	*Conejo*	*8*	*0.347826087*
Notocitellus adocetus	*Ardilla terrestre*	*9*	*0.391304348*
Didelphis virginiana	*Tlacuache*	*3*	*0.130434783*
Total		H'	1.266

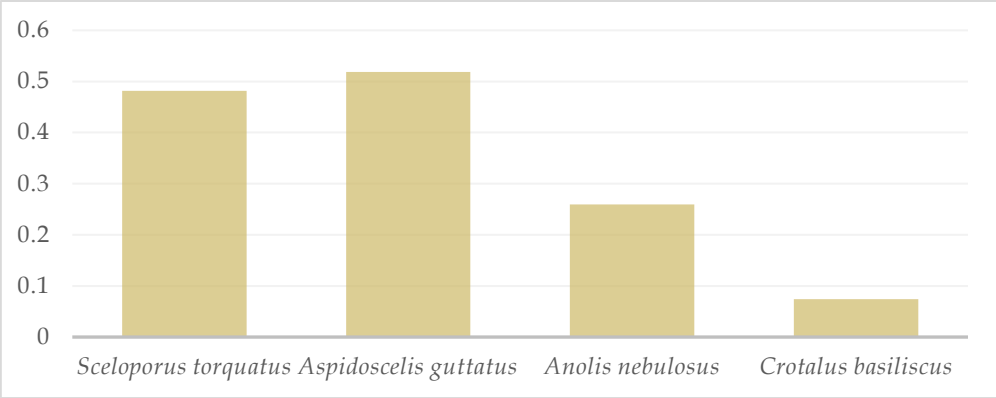
MAMÍFEROS		
Riqueza S: 4	H'max	1.386
	J'	0.913

El valor de diversidad (H' = 1.266) refleja una comunidad con baja complejidad, mientras que la equitatividad (J' = 0.913) indica que las especies presentes mantienen una distribución relativamente uniforme. La cercanía entre estos valores y su máximo teórico es indicativa de que, dentro de su limitada riqueza, la comunidad mantiene cierto grado de equilibrio.

Reptiles

Se registraron 4 especies de reptiles con un total de 27 individuos, lo cual es consistente con ambientes cálidos y abiertos.

Figura 42. Abundancia relativa de reptiles en el AP.



La figura refleja una distribución de abundancias donde pocas especies concentran la mayor proporción de individuos, lo cual es característico de comunidades en ambientes perturbados.

Tabla 43. Abundancia de reptiles en el área del proyecto (AP).

Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos
Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	13
Aspidoscelis guttatus	Huico	14
Anolis nebulosus	Abaniquillo	7
Crotalus basiliscus	Cascabel	2

El análisis de la tabla muestra una marcada dominancia de *Aspidoscelis guttatus* y *Sceloporus torquatus*, lo cual es indicativo de condiciones óptimas para especies que dependen de la radiación solar directa. La presencia de *Anolis nebulosus* sugiere la existencia de microhábitats con algo de estructura vegetal, mientras que la baja frecuencia de *Crotalus basiliscus* es consistente con su baja detectabilidad.

Tabla 44. Índices de diversidad de reptiles en el AP.

REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Sceloporus torquatus	Lagartija barrada	13	0.481481481
Aspidoscelis guttatus	Huico	14	0.518518519
Anolis nebulosus	Abaniquillo	7	0.259259259
Crotalus basiliscus	Cascabel	2	0.074074074

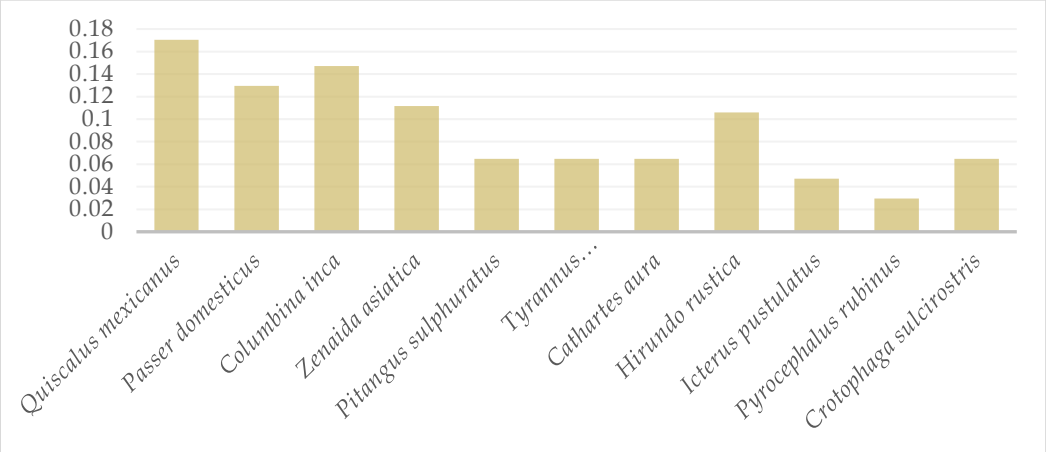
REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Total		H'	1.235
Riqueza S: 4		H'max	1.386
		J'	0.891

El índice de diversidad (H' = 1.235) confirma una diversidad limitada, mientras que la equitatividad (J' = 0.891) sugiere una distribución relativamente homogénea, aunque con tendencia a la dominancia de especies oportunistas.

Aves

El grupo de aves presentó 11 especies y 170 individuos, consolidándose como el componente más representativo dentro del área del proyecto (AP), tanto en términos de abundancia como de diversidad.

Figura 43. Abundancia relativa de aves en el AP.



Se registró un total de 11 especies durante los recorridos de campo, con una marcada dominancia de especies asociadas a ambientes abiertos y zonas agrícolas. *Quiscalus mexicanus* fue la especie más abundante con 29 individuos (17.06%), seguida de *Columbina inca* con 25 individuos (14.71%) y *Passer domesticus* con 22 individuos (12.94%). En un segundo nivel de abundancia se ubican *Zenaida asiatica* (19 individuos;

11.18%) y *Hirundo rustica* (18 individuos; 10.59%), mientras que especies como *Pitangus sulphuratus, Tyrannus melancholicus, Cathartes aura* y *Crotophaga sulcirostris* presentan valores intermedios cercanos al 6–7%. Finalmente, *Icterus pustulatus* y *Pyrocephalus rubinus* muestran las menores abundancias, lo cual es indicativo de una presencia más restringida dentro del área muestreada.

Tabla 45. Abundancia de aves registradas en el AP.

AVES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Quiscalus mexicanus	Zanate	29	0.170588235
Passer domesticus	Gorrión	22	0.129411765
Columbina inca	Tortolita	25	0.147058824
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	19	0.111764706
Pitangus sulphuratus	Bienteveo	11	0.064705882
Tyrannus melancholicus	Tirano	11	0.064705882
Cathartes aura	Zopilote	11	0.064705882
Hirundo rustica	Golondrina	18	0.105882353
Icterus pustulatus	Calandria	8	0.047058824
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	5	0.029411765
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	11	0.064705882
Total		H'	2.287

AVES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Riqueza S: 11		H'max	2.398
		J'	0.954

Los valores obtenidos para los índices de diversidad muestran un Índice de Shannon-Wiener (H' = 2.287), una diversidad máxima teórica de H' máx = 2.398, y una equitatividad de Pielou (J' = 0.954). Estos resultados son indicativos de una comunidad con alta equidad en la distribución de abundancias, donde, a pesar de la existencia de especies dominantes, no se presenta una concentración extrema de individuos en unos pocos taxa.

La estructura observada refleja un ensamblaje típico de ambientes agrícolas, donde predominan especies generalistas, granívoras e insectívoras oportunistas, capaces de explotar recursos asociados a cultivos, bordes de vegetación y áreas abiertas. La alta equitatividad sugiere que el sistema mantiene cierta heterogeneidad funcional, permitiendo la coexistencia de especies con distintos hábitos tróficos y estrategias ecológicas.

Asimismo, la presencia de especies como *Hirundo rustica* y *Cathartes aura* indica el aprovechamiento del espacio aéreo y de recursos dispersos en el paisaje, mientras que taxa como *Icterus pustulatus* y *Pyrocephalus rubinus* sugieren la existencia de microhábitats con elementos estructurales más complejos, como cercas vivas, árboles aislados o vegetación secundaria incipiente.

Esfuerzo de muestreo y curvas de acumulación

Se empleó una curva de acumulación de especies, en donde la incorporación de nuevas especies de fauna avistadas al registro de campo se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo.

Esto es, cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies registradas. Al principio, se registran todas las especies avistadas, y la adición de especies al registro se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo las especies no registradas disminuyen

considerablemente, ya que la probabilidad de avistar especies ya registradas es mayor a las no avistadas, por lo que la pendiente de la curva desciende.

El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez-Valverde, 2003).

Para evaluar la eficiencia del muestreo en los transectos realizados en el AP y en la RE/AI se realizaron curvas de acumulación de especies con los modelos no paramétricos Chao 1, Boostrap y ACE; utilizando el programa EstimateS versión 9.1.0. S. Para la obtención de las curvas de acumulación de especies, los valores se aleatorizaron 100 veces y después se extrapolaron a los 13 transectos realizados.

El estimador Chao 1 es una técnica estadística utilizada para estimar la riqueza total de especies en una comunidad, especialmente cuando se cree que no todas las especies presentes han sido observadas en el muestreo.

S+a^2/2b

En donde:

S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

El estimador ACE (Abundance Coverage Estimator) es otra herramienta estadística utilizada en ecología para estimar la riqueza de especies en una comunidad biológica. Este estimador fue propuesto por Robert K. Colwell y Charles F. Elsensohn en 1997 como una alternativa al estimador Chao, especialmente diseñado para abordar las situaciones donde el muestreo ha capturado algunos individuos de especies raras, pero no todos.

El estimador ACE se basa en la relación entre la abundancia relativa de las especies observadas y la probabilidad de que especies raras no observadas estén presentes, pero no hayan sido detectadas. A diferencia del estimador Chao, el ACE considera la abundancia de individuos de especies, no solo su presencia.

$$S_{\text{unobs}} = \sum_{i=1}^{k} \left(\frac{S_i(S_i - 1)}{2(n+1)} \right) - S_{\text{obs}}$$

Es un estimador de cobertura basada en abundancias y utiliza información adicional basada en aquellas especies con diez o menos individuos en la muestra.

Donde:

Si es la abundancia de la especie i observada.

n es el número total de individuos muestreados.

Sobs es el número total de especies observadas durante el muestreo.

El estimador Bootstrap es una técnica poderosa y versátil para la estimación de estadísticos y la inferencia estadística, ampliamente utilizada en investigación y análisis de datos debido a su capacidad para proporcionar estimaciones robustas y sin supuestos estrictos sobre la distribución de los datos.

$$B = S + \sum (1 - pj)^n$$

La efectividad del muestreo de una zona (Completitud del muestreo de la riqueza) con respecto a los diferentes estimadores empleados (para calcular un número posible de especies totales de una zona) se puede evaluar a través del cálculo de la proporción de especies observadas (registradas mediante la toma de muestras) del total de las especies calculadas por cada estimador. De esta forma, el porcentaje de completitud de un trabajo de muestreo de riqueza de especies se obtiene al multiplicar el Número de especies observadas (Spp Obs) por 100 y dividir el resultado entre el número de especies probables calculadas por el estimador (Spp Esp).

(Spp Obs*100)/(Spp Esp)=% Efectividad de muestreo

Al evaluar la efectividad del muestreo realizado para cada grupo faunístico en el Área del Proyecto (AP) y en la RE/AI, se observa que, en términos generales, el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de especies, alcanzando valores de completitud superiores al 90% en la mayoría de los casos, y cercanos al 100% en varios de los estimadores aplicados.

Tabla 46. Valores de los estimadores en los tres grupos faunísticos (AP/SAR).

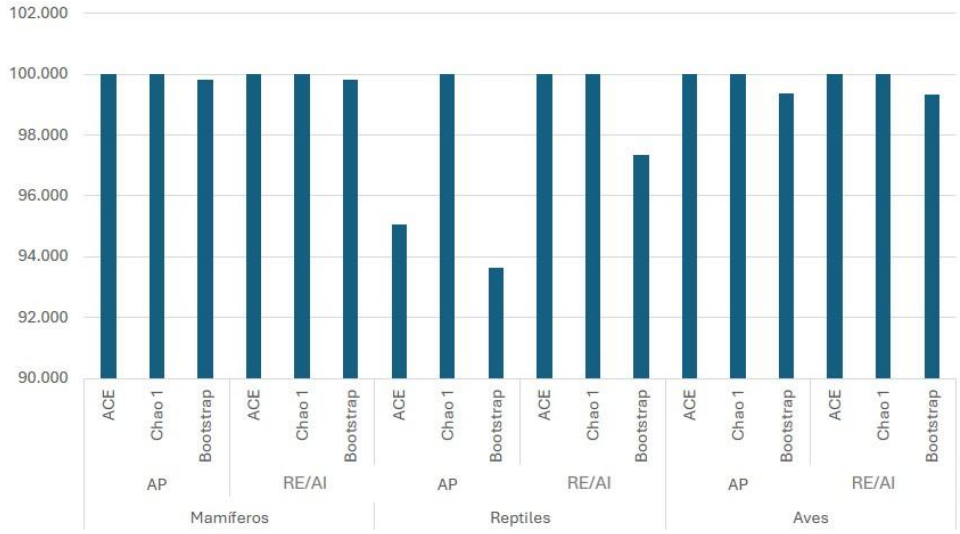
Mamíferos						Reptiles						Aves					
AP			RE			AP			RE			AP			RE		
ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
100.000	100.000	99.800	100.000	100.000	99.834	95.057	100.000	93.633	100.000	100.000	97.357	100.000	100.000	99.361	100.000	100.000	99.338

Los valores obtenidos mediante los estimadores no paramétricos (ACE, Chao 1 y Bootstrap) muestran un comportamiento altamente consistente con las condiciones del sitio, la escala de análisis y las características ecológicas de cada grupo faunístico. En el caso de los mamíferos, tanto en la RE/AI como en el AP se alcanzan valores de efectividad del 100% para ACE y Chao 1, y superiores al 99% para Bootstrap, lo cual es indicativo de que la riqueza observada coincide prácticamente con la riqueza esperada. Este resultado sugiere que, bajo el diseño de muestreo aplicado, fue posible capturar adecuadamente la composición de este grupo, a pesar de las limitaciones inherentes a su detectabilidad.

Para el grupo de reptiles, los valores también reflejan una alta representatividad del muestreo. En la RE/AI, los tres estimadores alcanzan valores iguales o cercanos al 100%, mientras que en el AP se observa una ligera disminución en ACE (95.06%) y Bootstrap (93.63%), manteniéndose Chao 1 en el 100%. Esta variación es consistente con la menor heterogeneidad ambiental del AP, dominado por ambientes agrícolas, lo cual puede limitar la presencia de especies menos tolerantes a la perturbación. No obstante, los valores obtenidos siguen siendo indicativos de un muestreo suficiente.

En el caso de las aves, los resultados muestran niveles de completitud prácticamente totales en ambas áreas de estudio, con valores del 100% para ACE y Chao 1, y superiores al 99% para Bootstrap. Este comportamiento es congruente con la alta detectabilidad del grupo, asociada al uso combinado de registros visuales y auditivos, así como a la presencia de especies generalistas que responden favorablemente a ambientes abiertos y perturbados.

Figura 44. Valores de los estimadores en los tres grupos faunísticos (AP/RE/AI).



Los resultados evidencian que las diferencias en la efectividad del muestreo entre grupos y áreas responden principalmente a factores como la detectabilidad de las especies, la estructura del hábitat y la escala espacial del análisis. Mientras que aves y reptiles presentan valores consistentemente altos, los mamíferos muestran una representación igualmente completa en este caso, lo cual es indicativo de que el diseño de muestreo y la intensidad del esfuerzo aplicado fueron adecuados para capturar la diversidad presente tanto a nivel local (AP) como regional (RE/AI).

Asimismo, la tendencia de los estimadores hacia valores asintóticos, junto con la mínima diferencia entre riqueza observada y estimada, es indicativa de que el inventario faunístico presenta un alto nivel de confiabilidad, permitiendo una adecuada interpretación ecológica del sistema ambiental evaluado.

Mamíferos

Tabla 47. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de mamíferos para la RE/AI.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
3.69	0	10.44	3.69

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
5.56	0	10.41	6.36
5.97	7.38	6.98	6.43
6	6.14	6.01	6.22
6	6	6	6.09
6	6	6	6.03
6	6	6	6.01
Efectividad	**100.000**	**100.000**	**99.834**

En el caso de los mamíferos en la RE/AI, las curvas de acumulación presentan un comportamiento progresivo con una tendencia clara hacia la estabilización conforme se incrementa el número de unidades de muestreo. La riqueza observada aumenta de manera continua hasta alcanzar las 6 especies registradas en campo, mostrando una asíntota bien definida en los últimos puntos.

Los estimadores Chao 1 y Bootstrap siguen una trayectoria muy cercana a la curva de especies observadas, convergiendo hacia valores similares (alrededor de 6 especies), lo cual es indicativo de una baja proporción de especies no detectadas. Por su parte, el estimador ACE muestra un comportamiento ligeramente superior en etapas intermedias del muestreo, pero finalmente converge hacia el mismo valor, lo que sugiere una influencia moderada de especies raras sin afectar de manera significativa la estimación final de riqueza.

La cercanía entre las curvas observadas y estimadas, así como su estabilización hacia una asíntota común, es indicativa de un esfuerzo de muestreo suficiente. Esto se confirma con los valores de efectividad obtenidos, que alcanzan el 100% para ACE y Chao 1, y 99.83% para Bootstrap, lo cual respalda que el inventario es representativo de la riqueza de mamíferos a escala regional.

Tabla 48. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de mamíferos para el AP.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
3.07	0	6.51	3.07
4.61	7.48	6.44	5.29
5	6.16	5.22	5.44
5	5	5	5.14
5	5	5	5.03
5	5	5	5.01
Efectividad	100.000	100.000	99.800

En el Área del Proyecto (AP), las curvas de acumulación muestran igualmente un comportamiento de incremento progresivo; sin embargo, a diferencia de lo observado en la RE/AI, la estabilización ocurre con una menor riqueza total, alcanzando 4 especies registradas. La curva de especies observadas tiende a estabilizarse en los últimos puntos, aunque con una pendiente ligeramente más pronunciada que en la RE/AI, lo que sugiere una menor heterogeneidad del sistema.

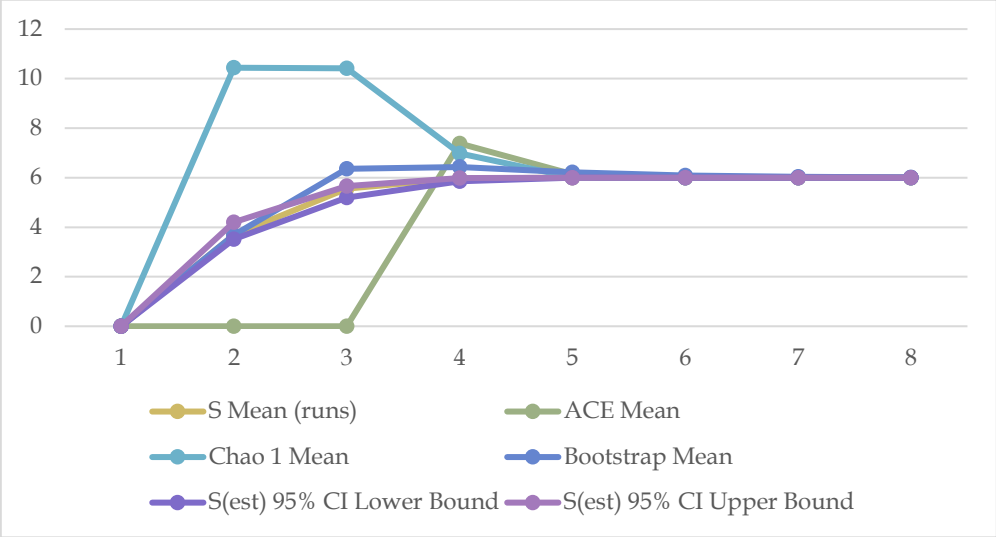
Los estimadores Chao 1 y Bootstrap presentan valores muy cercanos a la riqueza observada, convergiendo hacia 5 especies, mientras que el estimador ACE muestra una ligera sobreestimación en etapas iniciales, pero finalmente se ajusta al mismo valor. Esta convergencia entre estimadores y riqueza observada es indicativa de una adecuada representatividad del muestreo, aun dentro de un contexto de menor diversidad.

Los valores de efectividad obtenidos (100% para ACE y Chao 1, y 99.80% para Bootstrap) confirman que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la mastofauna presente en el AP. La menor riqueza observada respecto la RE/AI es consistente con las condiciones del área, caracterizada por una matriz agrícola homogénea y un mayor grado

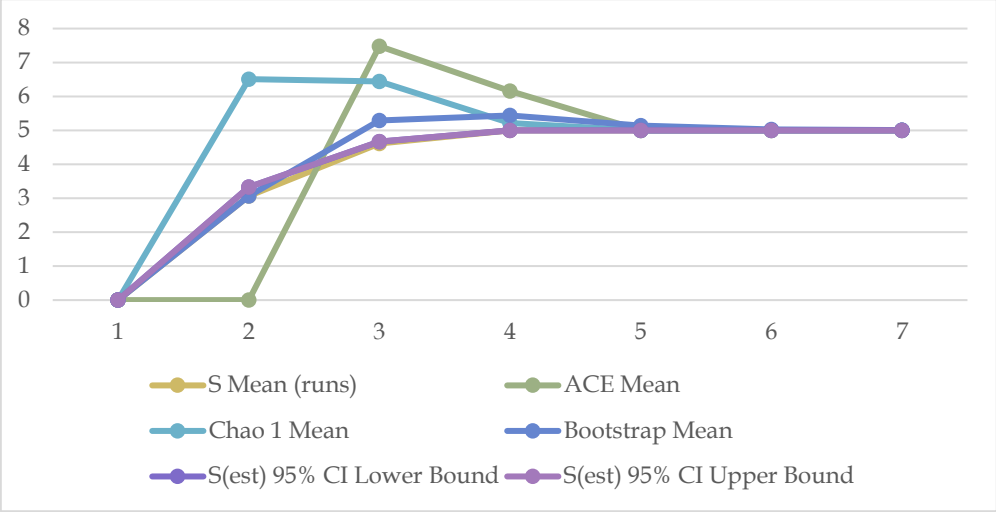
de perturbación, lo cual limita la presencia de especies con mayores requerimientos de hábitat.

Figura 45. Curvas de acumulación mamíferos RE/AI y AP.

RE/AI



AP



Las curvas de acumulación reflejan un patrón coherente entre ambas escalas de análisis. Mientras que la RE/AI presenta una mayor riqueza y heterogeneidad, el AP muestra una comunidad más simplificada, pero adecuadamente representada por el esfuerzo de muestreo.

Reptiles

En el muestreo realizado para este grupo se obtuvieron valores de efectividad altos para los estimadores empleados, con porcentajes superiores al 90% en ambas áreas de estudio, lo cual es indicativo de que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de especies. La proximidad entre la riqueza observada y la estimada refleja una adecuada representatividad del ensamblaje de reptiles tanto a escala local (AP) como regional (RE/AI).

Tabla 49. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de reptiles para la RE/AI.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
3.89	0	7.85	3.89
5.87	0	8.24	6.71
6.38	7.63	6.93	6.96
6.74	7.23	7.01	7.23
6.89	7.26	7.15	7.31
7	7.24	7.17	7.35
7	7	7	7.19
Efectividad	100.000	100.000	97.357

En la RE/AI las curvas de acumulación muestran un incremento progresivo y consistente conforme aumenta el número de unidades de muestreo. La riqueza observada alcanza las 7 especies registradas en campo y presenta una tendencia clara hacia la estabilización en los últimos puntos.

Los estimadores Chao 1 y Bootstrap siguen trayectorias muy cercanas a la curva observada, convergiendo hacia valores prácticamente equivalentes, lo cual es indicativo de una baja proporción de especies no detectadas. Por su parte, el estimador ACE presenta valores ligeramente superiores durante las etapas intermedias del muestreo,

reflejando la influencia de especies de baja frecuencia; sin embargo, hacia los últimos puntos también converge hacia la riqueza observada.

La convergencia entre las curvas y su aproximación a una asíntota común son indicativas de un esfuerzo de muestreo adecuado, lo cual se confirma con los valores de efectividad obtenidos (100% para ACE y Chao 1, y 97.36% para Bootstrap), evidenciando que el inventario es representativo de la riqueza de reptiles en la RE/AI.

Tabla 50. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de reptiles para el AP.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
2.52	0	3.8	2.52
3.98	0	5.14	4.57
4.5	6.31	4.97	5
4.66	4.91	4.66	4.98
4.83	5.09	4.83	5.13
5	5.26	5	5.34
Efectividad	95.057	100.000	93.633

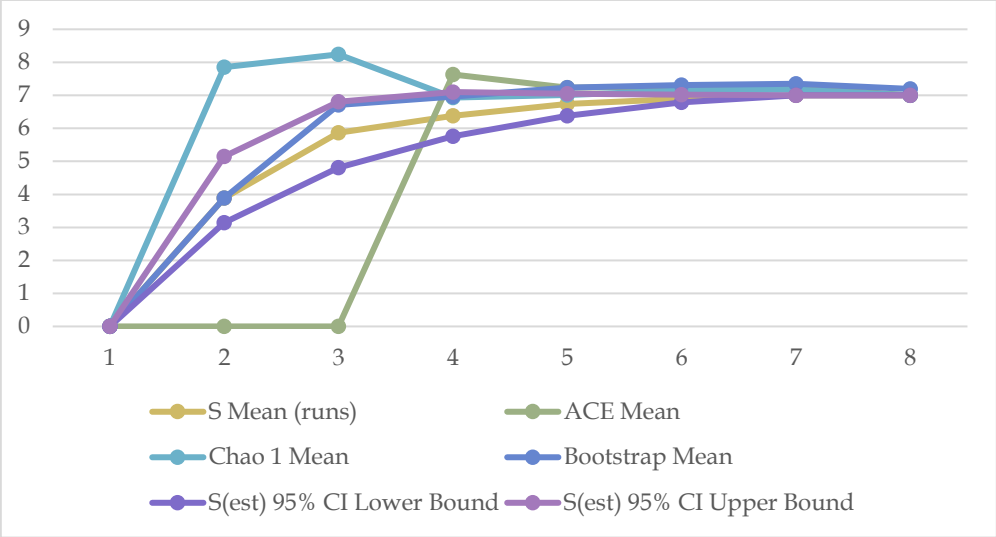
En el Área del Proyecto (AP), las curvas de acumulación presentan un comportamiento similar, aunque con una estabilización más temprana debido a la menor riqueza registrada, alcanzando 4 especies. La curva de especies observadas muestra una tendencia clara hacia la asíntota, lo cual sugiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente dentro de este contexto.

Los estimadores Chao 1 y Bootstrap presentan incrementos graduales y se mantienen cercanos a la riqueza observada, convergiendo hacia valores de 5 especies, mientras que el estimador ACE muestra una ligera sobreestimación en los primeros puntos, estabilizándose posteriormente. Esta cercanía entre curvas es indicativa de una adecuada representatividad del muestreo.

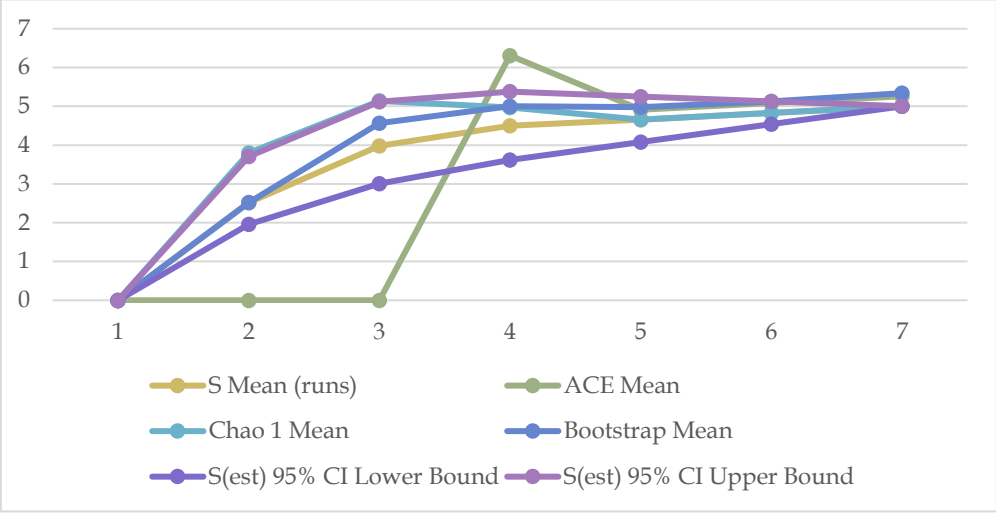
Los valores de efectividad obtenidos (95.06% para ACE, 100% para Chao 1 y 93.63% para Bootstrap) confirman que el inventario de reptiles en el AP es suficiente, a pesar de la menor heterogeneidad ambiental y del predominio de usos agrícolas que caracterizan esta área.

Figura 46. Curvas de acumulación reptiles RE/AI y AP.

RE/AI



AP



Las curvas de acumulación reflejan un patrón consistente entre ambas áreas de estudio. La RE/AI presenta una mayor riqueza asociada a su heterogeneidad ambiental, mientras que el AP muestra una comunidad más reducida pero bien representada.

Aves

En el muestreo realizado para este grupo se obtuvieron valores de efectividad altos para los estimadores empleados, con porcentajes superiores al 90% en ambas áreas de estudio, lo cual es indicativo de que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de especies. La cercanía entre los valores observados y estimados refleja una alta representatividad del ensamblaje presente tanto en el Área del Proyecto (AP) como en la RE/AI.

Tabla 51. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de aves para la RE/AI.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
14.37	31.69	28.83	14.37
16.82	18.94	23.77	17.87
17.61	18.39	19.32	18.39
17.8	18.09	17.89	18.32
17.95	18.1	17.97	18.31
18	18.09	18	18.23
18	18	18	18.12
Efectividad	**100.000**	**100.000**	**99.338**

En la RE/AI las curvas de acumulación muestran un incremento progresivo y sostenido conforme aumenta el número de unidades de muestreo. La riqueza observada alcanza 14 especies y presenta una tendencia hacia la estabilización en los últimos puntos, lo cual sugiere que el muestreo logra aproximarse a la riqueza real del sistema.

Los estimadores Chao 1 y Bootstrap siguen trayectorias cercanas a la curva de especies observadas, con incrementos graduales y convergencia hacia valores similares, lo cual es indicativo de una proporción relativamente baja de especies no detectadas. El estimador ACE, por su parte, presenta valores superiores durante las primeras etapas del muestreo,

reflejando la influencia de especies raras o de baja frecuencia; sin embargo, la separación entre las curvas disminuye conforme avanza el muestreo.

La reducción progresiva de la diferencia entre las curvas y su tendencia hacia una asíntota es indicativa de un esfuerzo de muestreo adecuado a escala regional, lo cual es consistente con los valores de efectividad obtenidos (87.95–93.43%).

Tabla 52. Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de aves para el AP.

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0	0	0	0
12.58	16.84	13.84	12.58
13.6	14.29	13.9	14.08
13.81	14.02	13.87	14.13
13.96	14.08	13.96	14.19
14	14.08	14	14.16
14	14	14	14.09
Efectividad	100.000	100.000	99.361

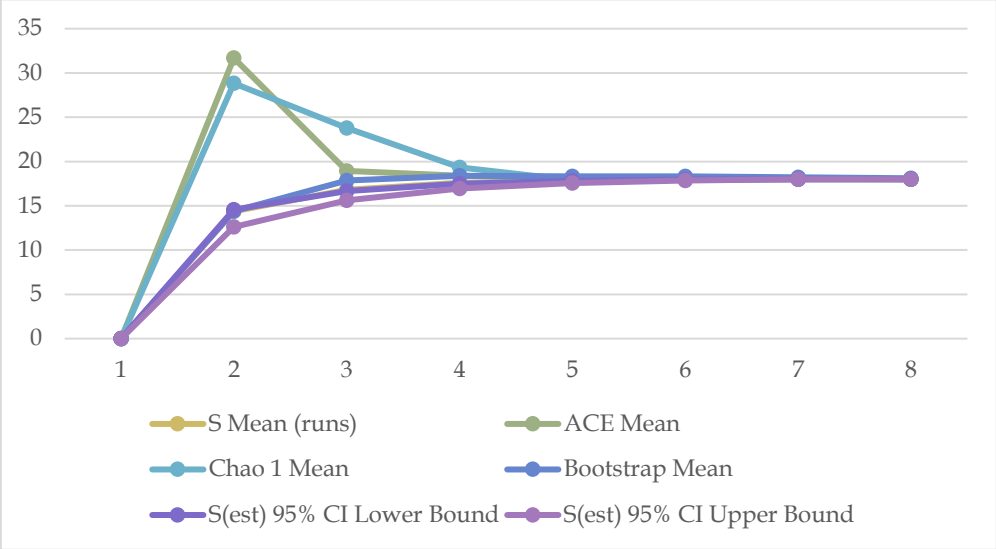
En el Área del Proyecto (AP), las curvas de acumulación presentan un comportamiento más compacto, con una convergencia más rápida entre la riqueza observada y los estimadores. La riqueza observada alcanza 11 especies y muestra una estabilización clara en los últimos puntos del muestreo.

Los estimadores Chao 1 y Bootstrap se mantienen muy próximos a la curva observada, con incrementos uniformes y valores finales cercanos a la riqueza registrada, mientras que el estimador ACE presenta una ligera sobreestimación en las etapas iniciales, estabilizándose posteriormente. Esta cercanía entre las curvas es indicativa de una baja proporción de especies no detectadas.

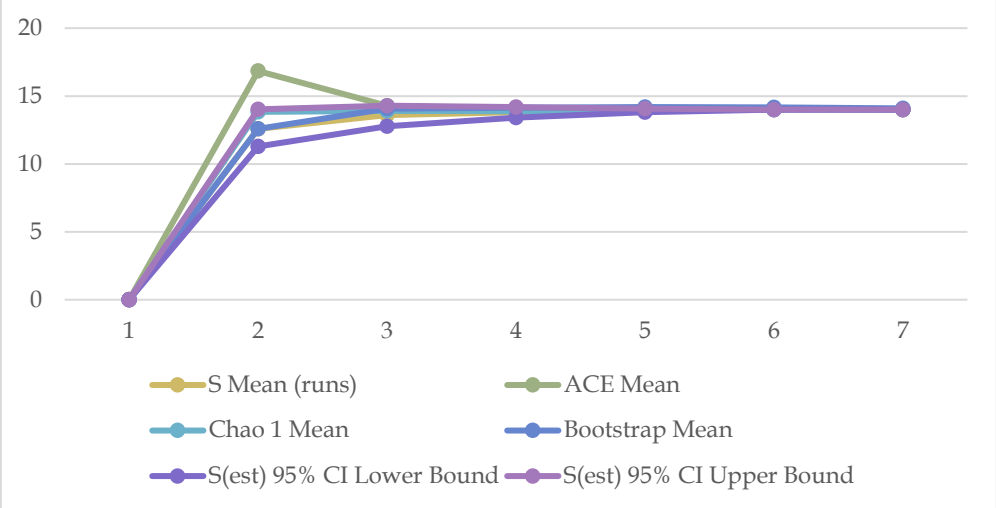
El comportamiento observado, caracterizado por la rápida convergencia y la presencia de una asíntota bien definida, es indicativo de un esfuerzo de muestreo suficiente, lo cual se confirma con los valores de efectividad obtenidos (92.41–98.25%).

Figura 47. Curvas de acumulación aves RE/AI y AP.

RE/AI



AP



Las curvas de acumulación para aves reflejan un patrón consistente con la alta detectabilidad de este grupo. Mientras que la RE/AI presenta una mayor riqueza asociada

a su heterogeneidad ambiental, el AP muestra una comunidad más acotada pero adecuadamente representada.

Como se pudo observar, los valores de efectividad del muestreo presentan variaciones entre los distintos grupos faunísticos y las escalas de análisis consideradas, manteniendo en términos generales porcentajes elevados, particularmente en reptiles y aves tanto en el Área del Proyecto (AP) como en la RE/AI, donde los valores superan consistentemente el 90%. En el caso de los mamíferos, los valores son igualmente altos a escala regional, mientras que en el AP resultan menores en comparación con los otros grupos. Este comportamiento es indicativo de que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar la riqueza de especies en la mayoría de los casos, especialmente en aquellos grupos con mayor detectabilidad y respuesta a los métodos empleados.

La tendencia observada en las curvas de acumulación refuerza esta interpretación, ya que reptiles y aves presentan trayectorias que convergen hacia una asíntota bien definida en ambas áreas de estudio, mientras que los mamíferos muestran este mismo patrón en la RE/AI. Esta convergencia entre la riqueza observada y los estimadores no paramétricos sugiere que se ha logrado capturar la mayor parte de las especies presentes, alcanzando niveles cercanos a la saturación del muestreo.

En el caso particular de los mamíferos en el AP, la menor efectividad y la separación entre las curvas reflejan una representatividad parcial del ensamblaje, lo cual es consistente con las condiciones propias del sitio. Al tratarse de un derecho de vía con alta perturbación, ruido constante, tránsito vehicular y limitada heterogeneidad ambiental, la detectabilidad de este grupo se reduce de manera significativa. En este contexto, la ausencia de una asíntota claramente definida no implica necesariamente una baja riqueza, sino una limitación inherente al sistema y al tipo de muestreo aplicado.

La estabilización de las curvas en la mayoría de los casos, así como la cercanía entre los valores observados y estimados, son indicativos de que los métodos de muestreo empleados fueron adecuados para obtener una muestra representatIIIa de la diversidad faunística.

Análisis comparativo del AP y la RE/AI.

Al llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos durante los muestreos de fauna, se realizó la comparación entre la RE/AI y el Área del Proyecto (AP), con la finalidad de

evaluar las diferencias en términos de riqueza y diversidad específica. De acuerdo con los resultados obtenidos, la RE/AI presenta una mayor riqueza específica en todos los grupos faunísticos evaluados, particularmente en aves (14 especies en la RE/AI frente a 11 en el AP), seguido de reptiles (7 en la RE/AI y 4 en el AP) y mamíferos (6 en la RE/AI y 4 en el AP).

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el grupo de aves presenta los valores más altos (H = 2.498 en la RE/AI y H = 2.287 en el AP), lo cual es indicativo de una comunidad más diversa y estructuralmente compleja. Por su parte, los mamíferos (H = 1.746 en la RE/AI y H = 1.266 en el AP) y los reptiles (H = 1.762 en la RE/AI y H = 1.235 en el AP) presentan valores menores, lo cual es consistente con una menor diversidad relativa y una mayor influencia de condiciones ambientales y de perturbación sobre estos grupos.

No obstante, los valores de equidad de Pielou son elevados en todos los grupos, tanto en la RE/AI como en el AP, con rangos que van de 0.891 a 0.974. Esto es indicativo de una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas, lo cual sugiere que, a pesar de las diferencias en riqueza y diversidad, las comunidades mantienen una estructura interna equilibrada.

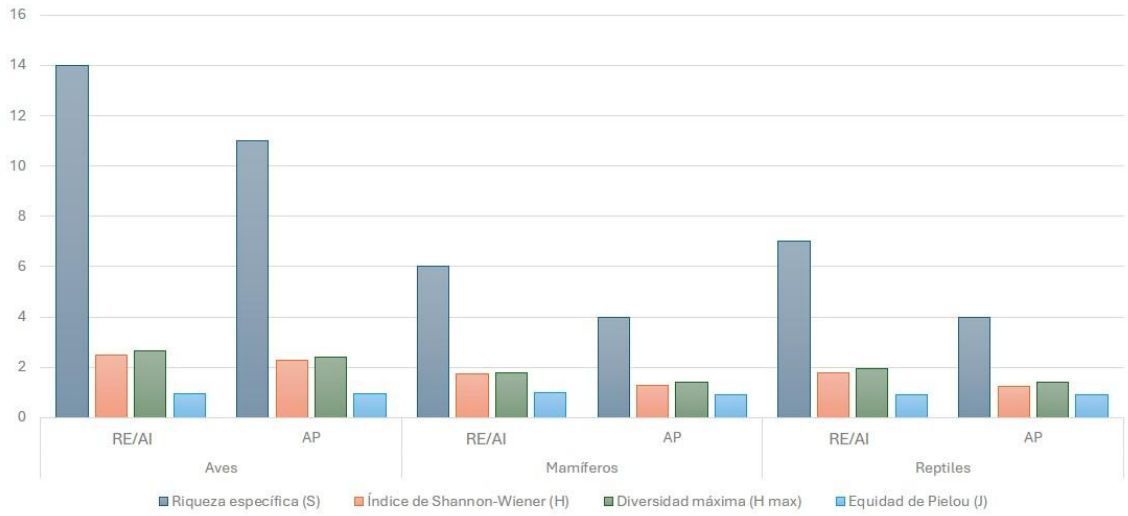
Tabla 53. Índices de diversidad y equidad para los grupos faunísticos en la RE/AI y el AP.

	Aves		Mamíferos		Reptiles	
	RE/AI	AI	RE/AI	AI	RE/AI	AI
Riqueza específica (S)	14	11	6	4	7	4
Índice de Shannon-Wiener (H)	2.498	2.287	1.746	1.266	1.762	1.235
Diversidad máxima (H max)	2.639	2.398	1.792	1.386	1.946	1.386
Equidad de Pielou (J)	0.947	0.954	0.974	0.913	0.905	0.891

Con base en la información presentada, se observa que, aunque existe una reducción consistente en la riqueza y diversidad en el AP respecto a la RE/AI, los valores de equidad se mantienen altos en ambos casos. Este patrón es indicativo de comunidades que, aun bajo condiciones de perturbación, conservan una distribución relativamente uniforme de sus abundancias.

Estas diferencias responden principalmente a la escala espacial y al grado de intervención del entorno. La RE/AI al constituir una unidad más amplia y con mayor heterogeneidad ambiental, favorece la presencia de un mayor número de especies y nichos ecológicos. En contraste, el AP corresponde a un entorno más restringido y homogéneo, asociado a un derecho de vía, donde predominan condiciones de perturbación, fragmentación del hábitat y simplificación estructural de la vegetación.

Figura 48. Comparación de los índices de diversidad y equidad entre la RE/AI y el AP.



De manera complementaria, el comportamiento de las curvas de acumulación es congruente con estos resultados, ya que en la RE/AI se observa una mayor riqueza potencial y una estabilización más gradual, lo que refleja una mayor complejidad ecológica. En el AP, por el contrario, las curvas tienden a estabilizarse más rápidamente, pero con un menor número de especies, lo cual es indicativo de una comunidad menos diversa a escala local, aunque estructuralmente organizada.

Conclusiones y análisis de resultados

Con base en el análisis integral de la información generada durante los muestreos de fauna, así como de los índices de diversidad, equidad y suficiencia de muestreo, se concluye que la RE/AI presenta una mayor riqueza específica y diversidad en comparación con el Área del Proyecto (AP). Este comportamiento es consistente con la escala espacial de análisis, ya que la RE/AI integra una mayor heterogeneidad ambiental, diversidad de coberturas vegetales y gradientes de perturbación, lo cual favorece la presencia de un mayor número de especies y una estructura comunitaria más compleja.

El grupo de aves constituye el componente faunístico más representativo en ambas unidades de análisis, registrando los valores más altos de riqueza y diversidad (H' = 2.498 en la RE/AI y H' = 2.287 en el AP), así como niveles elevados de equidad (J' > 0.94). Este patrón es indicativo de comunidades bien estructuradas, donde coexisten especies dominantes asociadas a ambientes perturbados con un conjunto amplio de especies de abundancia intermedia y baja. Lo anterior refleja la capacidad de este grupo para responder favorablemente a mosaicos ambientales heterogéneos, incluyendo zonas agrícolas, bordes de vegetación y remanentes de cobertura natural.

En el caso de los mamíferos, los valores de diversidad son moderados (H' = 1.746 en la RE/AI y H' = 1.266 en el AP), con una equidad alta en ambas áreas (J' ≥ 0.91), lo cual es indicativo de comunidades con distribución relativamente homogénea de abundancias, pero con menor complejidad en términos de riqueza. La composición registrada corresponde principalmente a especies generalistas, de amplia distribución y con alta capacidad de adaptación a ambientes intervenidos. La menor representatividad observada en el AP se asocia a factores de detectabilidad y a las condiciones propias del derecho de vía, tales como el ruido, la fragmentación y la actividad antropogénica constante, que limitan la permanencia y observación de este grupo.

Para los reptiles, los valores de diversidad (H' = 1.762 en la RE/AI y H' = 1.235 en el AP) y equidad (J' entre 0.89 y 0.91) son indicativos de comunidades funcionales y relativamente estables, con predominio de especies heliotérmicas y generalistas que encuentran condiciones favorables en ambientes abiertos y perturbados. La alta efectividad del muestreo (>90 % en la mayoría de los casos) y la clara tendencia de las curvas de acumulación hacia la asíntota confirman que el inventario realizado es representativo de la riqueza real de este grupo en ambas escalas.

El análisis de suficiencia de muestreo respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos, ya que los valores de efectividad derivados de los estimadores no paramétricos (ACE, Chao 1 y Bootstrap) muestran niveles cercanos al 100 % para aves y reptiles en ambas áreas, así como para mamíferos en la RE/AI. La convergencia de las curvas de acumulación y su tendencia a la estabilización son indicativas de que el esfuerzo de muestreo fue adecuado para capturar la mayor parte de la riqueza presente. En contraste, la menor efectividad observada en mamíferos dentro del AP es consistente con

limitaciones metodológicas y ecológicas inherentes al sitio, más que con una baja diversidad real.

Las diferencias observadas entre la RE/AI y el AP no deben interpretarse como una pérdida significativa de biodiversidad, sino como una expresión de la escala de análisis y del grado de perturbación del entorno. El AP, al corresponder a un sistema lineal asociado a infraestructura carretera, presenta condiciones de fragmentación, reducción de cobertura vegetal y simplificación estructural del hábitat, lo cual limita la riqueza específica y favorece la dominancia de especies generalistas y tolerantes a la perturbación. En este contexto, la fauna registrada utiliza el área principalmente como zona de tránsito, alimentación o aprovechamiento oportunista de recursos.

Por otro lado, la RE/AI mantiene una mayor integridad ecológica relativa, al incluir remanentes de vegetación y una mayor diversidad de microhábitats, lo cual permite sostener comunidades más diversas y complejas. La presencia de especies con distintos niveles de sensibilidad ecológica, aunque en baja proporción, refuerza la importancia de esta unidad como soporte de la biodiversidad regional.

Los resultados obtenidos permiten inferir que el desarrollo del proyecto no comprometerá de manera significativa la biodiversidad faunística a escala regional, siempre que se implementen medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensaciones acordes con las características del sitio. La alta equidad observada en las comunidades, la predominancia de especies generalistas y la conectividad funcional con áreas adyacentes son factores que favorecen la resiliencia del sistema frente a perturbaciones adicionales.

III.2.2.3 Medio socioeconómico

En los diversos puntos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) referidos al medio socioeconómico de la RE del proyecto, se caracterizan y analizan las principales variables demográficas, sociales y económicas del Área de Influencia socioeconómica y se formulan algunas observaciones de campo en torno a las condiciones específicas de la población que será afectada, tanto positIIIa como negatIIIamente, por la puesta en marcha del proyecto. Con la exposición de estos elementos de carácter socioeconómico, se establecerá su interrelación con los componentes ambientales relevantes de la RE coadyuvando así en la determinación de los impactos generados por el proyecto y en la formulación de las medidas y programas ambientales correspondientes.

III.2.2.3.1 Contexto Regional y local del proyecto

La Región Ecológica y el Área de Influencia socioeconómica del proyecto se localizan en los municipios de La Huacana y Arteaga, en la porción sur del estado de Michoacán, dentro de la región fisiográfica de la Depresión del Balsas y en el entorno inmediato de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). La ampliación de la autopista forma parte de uno de los principales corredores de transporte del occidente de México, al conectar la región centro-occidente del país con el Puerto de Lázaro Cárdenas, uno de los complejos portuarios más importantes del Pacífico mexicano.

La Huacana y Arteaga constituyen municipios con una fuerte interacción funcional con las actividades productivas asociadas al corredor carretero, destacando los sectores agropecuarios, comercial, de transporte y de servicios. Asimismo, la infraestructura carretera representa el principal elemento de articulación territorial, facilitando la movilidad de personas, bienes e insumos entre las localidades rurales, los centros urbanos regionales y los nodos logísticos vinculados al puerto.

El municipio de La Huacana se localiza en la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán y limita con los municipios de Múgica, Churumuco, Turicato, Ario, Arteaga y Gabriel Zamora. Por su parte, Arteaga se ubica al sur del estado y limita con los municipios de Tumbiscatío, La Huacana, Aquila y Lázaro Cárdenas. Ambos municipios presentan una importante influencia de la cuenca del río Balsas y de la Presa Adolfo

López Mateos (Infiernillo), elementos que han condicionado históricamente la ocupación del territorio y el desarrollo de actividades económicas regionales.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio de La Huacana registró una población de aproximadamente 32,757 habitantes, mientras que Arteaga reportó alrededor de 18,141 habitantes. La población se distribuye en numerosas localidades rurales y pequeños centros de población dispersos, concentrándose principalmente en las cabeceras municipales y en comunidades localizadas a lo largo de los principales ejes carreteros.

La presencia de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas ha contribuido significativamente al desarrollo económico regional, al facilitar la integración de actividades agrícolas, ganaderas, forestales, comerciales y de transporte. En este contexto, el proyecto de ampliación carretera busca incrementar la capacidad operativa y los niveles de seguridad vial de una infraestructura estratégica para la movilidad regional y nacional, fortaleciendo la conectividad entre el interior del país y el puerto de Lázaro Cárdenas

Condiciones de marginación socioeconómica

De acuerdo con los indicadores de marginación elaborados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), los municipios de La Huacana y Arteaga presentan condiciones de marginación asociadas principalmente a la dispersión de la población rural, las limitaciones en el acceso a servicios básicos y las características propias de la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán.

En ambos municipios predominan localidades rurales de tamaño pequeño y mediano distribuidas de manera dispersa a lo largo del territorio, lo que condiciona la provisión de infraestructura, equipamiento y servicios públicos. No obstante, las localidades ubicadas en las inmediaciones de los principales corredores de comunicación presentan mejores condiciones de accesibilidad y conectividad regional, favoreciendo el acceso a servicios de educación, salud, comercio y transporte.

La presencia de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas constituye un elemento estratégico para la integración territorial de la región, al facilitar la movilidad de personas y mercancías entre las localidades rurales, los centros urbanos regionales y el Puerto de Lázaro Cárdenas. Esta infraestructura ha contribuido al fortalecimiento de actividades

productivas y a la reducción relativa de algunas condiciones de aislamiento geográfico históricamente presentes en la zona.

Asimismo, la dinámica económica regional se encuentra estrechamente vinculada a las actividades agropecuarias, comerciales y de servicios, las cuales representan importantes fuentes de empleo e ingreso para la población local. En este contexto, la ampliación de la autopista se inserta en un entorno donde la infraestructura de transporte constituye uno de los principales factores de desarrollo económico y articulación territorial.

Figura 49. Grado de marginación municipal en el área de influencia del proyecto (CONAPO, 2020).

Municipio	Población 2020	Grado de marginación
La Huacana	32,757	Medio
Arteaga	18,141	Medio
Total área de influencia municipal	50,898	—

Demografía.

La dinámica demográfica de la Región Ecológica se encuentra asociada principalmente a los municipios de La Huacana y Arteaga, localizados en la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán. Ambos municipios presentan una distribución poblacional predominantemente rural, con localidades dispersas vinculadas a actividades agropecuarias, comerciales y de servicios.

Con base en la información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio de La Huacana registró una población de 32,757 habitantes, mientras que el municipio de Arteaga contabilizó 18,141 habitantes. En conjunto, ambos municipios concentran una población cercana a los 50,900 habitantes dentro del área de influencia regional del proyecto.

Durante las últimas décadas, la dinámica demográfica de la región ha mostrado tasas de crecimiento moderadas e incluso procesos de estancamiento o disminución en algunas localidades rurales, asociados principalmente a fenómenos migratorios, cambios en las actividades económicas tradicionales y procesos de concentración poblacional hacia centros urbanos de mayor tamaño.

La distribución de la población se concentra principalmente en las cabeceras municipales y en localidades ubicadas a lo largo de los principales corredores carreteros, donde existe una mayor disponibilidad de infraestructura, servicios y oportunidades económicas. En contraste, las localidades de menor tamaño presentan una dispersión territorial significativa y una menor densidad poblacional.

La ampliación de la autopista se desarrolla en una región donde la infraestructura carretera constituye un elemento fundamental para la conectividad regional, facilitando la movilidad de personas, bienes y servicios entre las localidades de Tierra Caliente, la costa michoacana y el puerto de Lázaro Cárdenas. En este contexto, el proyecto contribuye al fortalecimiento de la integración territorial y al mejoramiento de las condiciones de accesibilidad para la población local.

Figura 50. Población municipal asociada a la Región Ecológica (INEGI, 2020).

Municipio	Población 2020
La Huacana	32,757
Arteaga	18,141
Total	50,898

Vías y medios de comunicación existentes.

La Región Ecológica se encuentra atravesada por la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, infraestructura que forma parte de la Autopista Siglo XXI y constituye uno de los principales corredores logísticos del occidente de México. Esta vialidad representa el eje estructurador de la conectividad regional al vincular la región de Tierra Caliente del estado de Michoacán con el Puerto de Lázaro Cárdenas y con los principales centros económicos del centro del país.

La red de comunicaciones regional se complementa con la carretera federal 37D, diversos caminos estatales y una extensa red de caminos rurales que permiten la comunicación entre las localidades de los municipios de La Huacana y Arteaga. Estas vías facilitan el transporte de personas, productos agropecuarios, insumos, mercancías y servicios, constituyendo un elemento fundamental para el desarrollo económico regional.

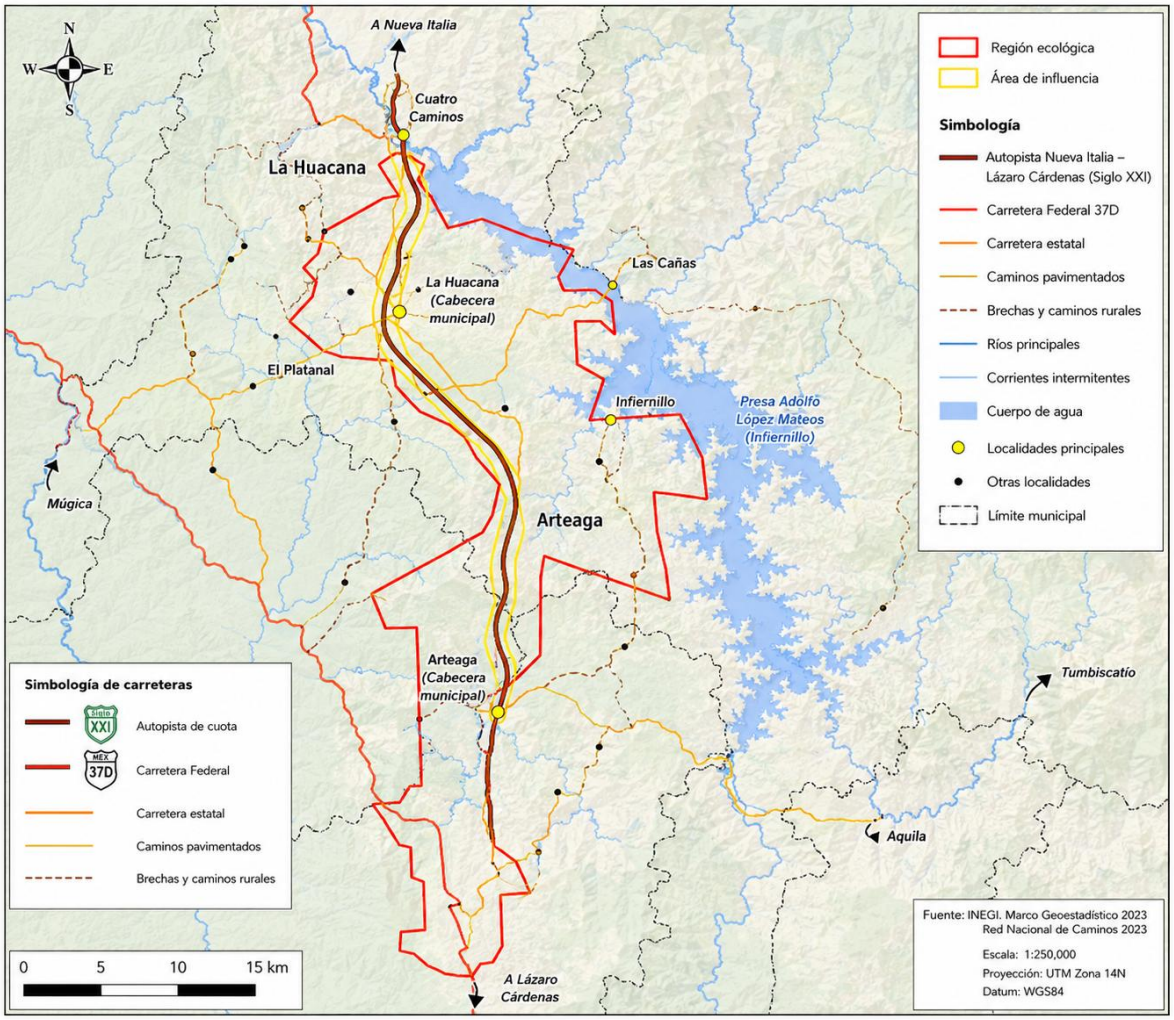
La infraestructura carretera existente permite la conexión con localidades como La Huacana, Arteaga, Cuatro Caminos, Las Cañas, Infiernillo y diversos asentamientos rurales distribuidos a lo largo de la cuenca del río Balsas. Asimismo, el corredor mantiene una estrecha relación funcional con el Puerto de Lázaro Cárdenas, principal nodo logístico del Pacífico mexicano para el movimiento de mercancías nacionales e internacionales.

Además de la infraestructura carretera, la región cuenta con servicios de telecomunicaciones, redes de energía eléctrica y sistemas de transporte de carga y pasajeros que contribuyen a la integración territorial de la zona. No obstante, debido a las características fisiográficas de la región, caracterizadas por lomeríos, barrancas y zonas serranas, la red carretera continúa siendo el principal medio de comunicación y articulación territorial.

La ampliación de la autopista permitirá incrementar la capacidad operativa del corredor, mejorar los niveles de servicio y fortalecer la conectividad regional, favoreciendo la movilidad de personas y mercancías entre la región de Tierra Caliente, la costa michoacana y los principales centros económicos del país.

Tipo de infraestructura	Descripción
Autopista de cuota	Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas (Autopista Siglo XXI)
Carretera federal	Carretera Federal 37D
Caminos estatales	Vías de conexión entre cabeceras municipales y localidades rurales
Caminos rurales	Accesos a localidades, unidades productivas y zonas agropecuarias
Infraestructura logística regional	Conectividad funcional con el Puerto de Lázaro Cárdenas
Telecomunicaciones	Redes de telefonía e internet presentes en los principales centros de población
Energía eléctrica	Red regional de distribución que abastece localidades y actividades productivas

Figura 51. Red de comunicaciones de la Región Ecológica.



Presencia de grupos étnicos en el municipio de La Unión.

De acuerdo con información de INEGI (2020)[3] e INPI[4], en los municipios de La Huacana y Arteaga existe población indígena distribuida de manera dispersa dentro del territorio municipal. No obstante, dentro de la Región Ecológica, el Área de Influencia y el Área del Proyecto no se identificaron localidades ni comunidades indígenas reconocidas que presenten interacción directa con las obras de ampliación propuestas.

[3] INEGI. 2020. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

[4] INPI. 2020. Sistema de Información e Indicadores sobre la Población Indígena de México. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, Ciudad de México.

Aspectos económicos

La estructura económica de la Región Ecológica está determinada por las actividades productivas desarrolladas en los municipios de La Huacana y Arteaga, las cuales mantienen una estrecha relación con el corredor logístico conformado por la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas y con las actividades económicas asociadas a la cuenca del río Balsas y al Puerto de Lázaro Cárdenas.

Sector primario

El sector primario constituye una de las principales bases económicas de la región. Las actividades agrícolas se desarrollan principalmente bajo condiciones de temporal y riego, destacando la producción de maíz, sorgo, mango, limón, papaya, ajonjolí y diversos cultivos forrajeros. Asimismo, la ganadería bovina extensiva representa una actividad relevante dentro de la economía local, orientada principalmente a la producción de carne y, en menor medida, leche.

La disponibilidad de superficies agropecuarias, la presencia de cuerpos de agua asociados a la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo) y las condiciones climáticas cálidas de la región favorecen el desarrollo de estas actividades productivas.

Sector secundario

El sector secundario presenta una participación menor respecto al sector primario y terciario, encontrándose integrado principalmente por actividades relacionadas con la transformación de productos agropecuarios, la industria de la construcción, talleres mecánicos, manufacturas de pequeña escala y establecimientos vinculados al mantenimiento de maquinaria y equipo.

La cercanía con el corredor industrial de Lázaro Cárdenas favorece la integración regional con actividades manufactureras y logísticas desarrolladas fuera del área inmediata del proyecto.

Sector Terciario

El sector terciario representa un componente económico estratégico para la región, particularmente por la presencia de actividades comerciales, transporte, almacenamiento, logística y servicios asociados a la movilidad de mercancías y personas a través de la Autopista Siglo XXI.

Las cabeceras municipales de La Huacana y Arteaga concentran la mayor parte de los establecimientos comerciales y de servicios, incluyendo comercio al por menor, hospedaje, restaurantes, servicios financieros, transporte de carga y servicios de apoyo a las actividades productivas regionales.

La conectividad proporcionada por la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas constituye uno de los principales factores que favorecen el intercambio comercial entre la región de Tierra Caliente, la costa michoacana y los principales centros económicos del país, por lo que la ampliación proyectada contribuirá al fortalecimiento de las actividades económicas regionales y a la reducción de costos de transporte y tiempos de recorrido.

Figura 52. Indicadores demográficos y económicos básicos de los municipios vinculados al proyecto. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Municipio	Población 2020
La Huacana	30,627
Arteaga	20,332
Total regional	50,959

III.2.2.3.1 Paisaje

Históricamente, la Región Ecológica se ha caracterizado por la presencia de extensas superficies de selva baja caducifolia asociadas a la cuenca del río Balsas y a la influencia de la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). Sin embargo, el desarrollo de actividades agropecuarias, la construcción de infraestructura carretera y la ocupación humana han generado modificaciones graduales en la composición y estructura original del paisaje.

Actualmente, el paisaje regional está conformado por una combinación de elementos naturales y antrópicos, donde predominan las coberturas de selva baja caducifolia en distintos grados de conservación, áreas agropecuarias, cuerpos de agua asociados al embalse de Infiernillo y la infraestructura vial representada por la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas.

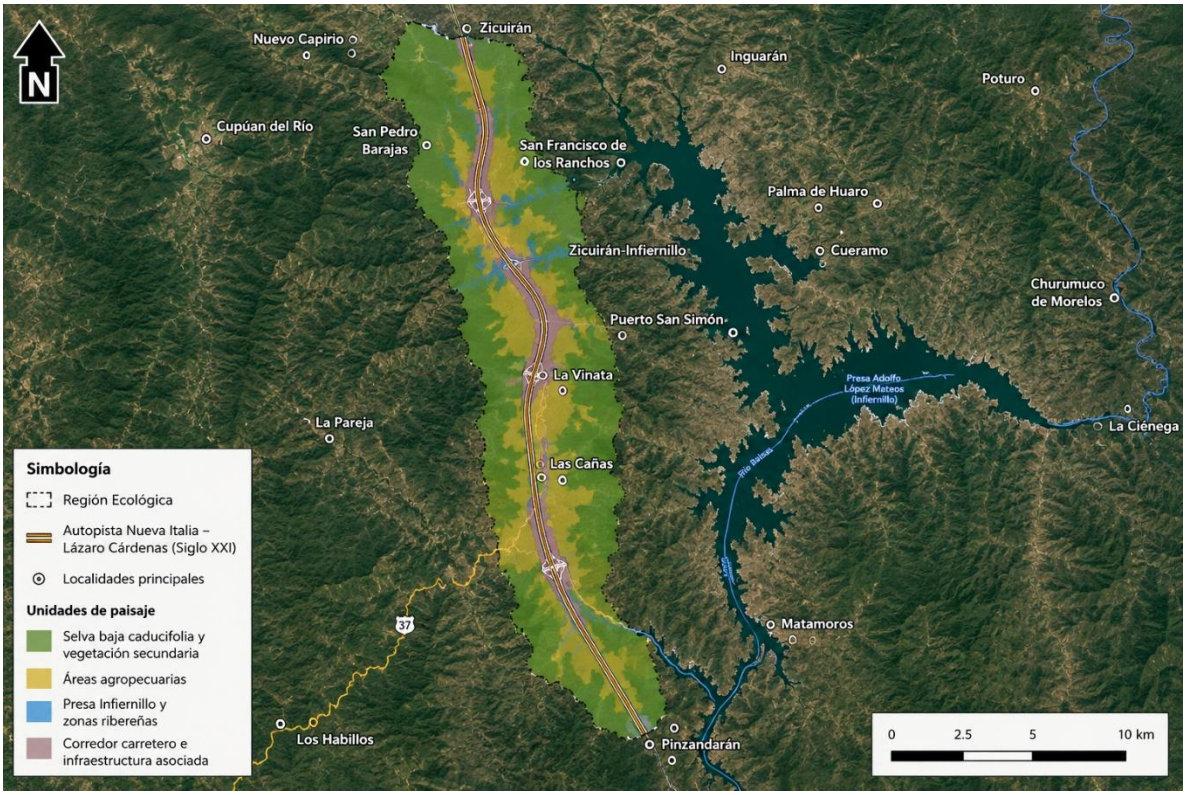
a) Análisis de paisaje

El análisis del paisaje se realizó mediante la identificación de unidades paisajísticas homogéneas dentro de la Región Ecológica, considerando criterios de cobertura vegetal, relieve, uso del suelo y grado de intervención antrópica.

Como resultado se identificaron las siguientes unidades principales:

1. Selva baja caducifolia y vegetación secundaria.
2. Áreas agropecuarias.
3. Cuerpos de agua y zonas ribereñas asociadas a la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo).
4. Corredor carretero e infraestructura asociada.

Figura 53. Unidades de paisaje de la Región Ecológica.



b) Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue evaluada considerando la diversidad escénica, naturalidad, singularidad del relieve, presencia de cuerpos de agua, cobertura vegetal y grado de transformación antrópica.

Las unidades asociadas a la selva baja caducifolia y al embalse de Infiernillo presentan los valores más altos de calidad visual debido a la combinación de elementos naturales, contrastes topográficos y amplitud de vistas panorámicas. Por su parte, las áreas agropecuarias y el corredor carretero presentan valores medios al encontrarse sujetos a procesos históricos de transformación del territorio.

c) Fragilidad visual

La fragilidad visual expresa la susceptibilidad del paisaje a sufrir alteraciones perceptibles derivadas de actividades humanas y se encuentra estrechamente relacionada con la capacidad de absorción visual del entorno.

Para calificar su capacidad de absorción visual se considera la siguiente relación:

- Fragilidad visual ALTA: Baja capacidad de absorción visual.
- Fragilidad visual MEDIA: Media capacidad de absorción visual.
- Fragilidad visual BAJA: Alta capacidad de absorción visual.

La Región Ecológica presenta una fragilidad visual media. La presencia previa de la autopista, caminos secundarios, áreas agropecuarias y asentamientos rurales incrementa la capacidad de absorción visual del paisaje en amplios sectores del corredor. Sin embargo, las zonas con vegetación conservada y aquellas vinculadas al embalse de Infiernillo presentan una mayor sensibilidad visual debido a su valor escénico y naturalidad.

Figura 54. Valoración de la calidad visual del paisaje.

Unidad	Calidad visual
Selva baja caducifolia y vegetación secundaria	Alta
Cuerpos de agua y zonas ribereñas	Alta
Áreas agropecuarias	Media
Corredor carretero e infraestructura asociada	Media

Figura 55. Fragilidad visual del paisaje.

Unidad	Fragilidad visual	Capacidad de absorción
Selva baja caducifolia y vegetación secundaria	Alta	Baja
Cuerpos de agua y zonas ribereñas	Alta	Baja
Áreas agropecuarias	Media	Media
Corredor carretero e infraestructura asociada	Baja	Alta

Los resultados indican que las áreas con vegetación natural y los paisajes asociados al embalse de Infiernillo constituyen las unidades con mayor calidad visual dentro de la Región Ecológica. Por otra parte, los sectores agropecuarios y el corredor carretero presentan una mayor capacidad de absorción visual debido a las transformaciones históricas ya existentes.

La ampliación de la autopista se desarrollará sobre un corredor previamente intervenido, por lo que los cambios paisajísticos se concentrarán principalmente en el entorno

inmediato de la infraestructura existente, sin modificar de manera significativa la estructura escénica regional.

III.3 Diagnóstico ambiental

En el componente atmósfera, la relevancia de esta autopista se acentúa al considerar que se trata de un corredor estratégico que conecta el puerto de Lázaro Cárdenas con el centro del país. Actualmente, esta vía presenta un alto flujo vehicular, incluyendo transporte de carga pesada, lo que incrementa la generación de emisiones contaminantes en la región. Además, se encuentra en proceso de modernización y ampliación de dos a cuatro carriles a lo largo de aproximadamente 146 Km, lo cual, si bien mejorará la movilidad, también podría inducir un incremento en el tránsito vehicular y, por ende, en las emisiones atmosféricas en el corto y mediano plazo.

En relación con el uso de suelo y vegetación, la cercanía a esta autopista, especialmente en las inmediaciones de las localidades, ha favorecido la expansión de actividades agrícolas y logísticas, debido a la accesibilidad que proporciona. Este tipo de infraestructura tiende a consolidar corredores productivos y de transporte, lo que genera presión adicional sobre la vegetación natural, particularmente la selva baja caducifolia. La ampliación de la autopista podría intensificar este proceso al facilitar aún más el acceso a zonas previamente menos intervenidas.

En el aspecto de fauna, la autopista representa una barrera física que fragmenta los hábitats y limita el desplazamiento de especies silvestres. En zonas cercanas a las localidades, donde predomina el uso agrícola, la fauna ya muestra un alto grado de adaptación a condiciones antropizadas; sin embargo, el incremento en el flujo vehicular puede aumentar riesgos como atropellamientos y perturbación constante por ruido, reforzando la tendencia hacia la permanencia de especies oportunistas.

Respecto al suelo, aunque no se prevén cambios físicos directos en sus características, la intensificación del tránsito pesado sobre la autopista y caminos asociados puede favorecer procesos indirectos como la compactación en áreas aledañas, así como el aumento en la demanda de superficies para actividades complementarias, lo cual incide en el uso del territorio.

En el componente agua, la autopista influye en la dinámica de escurrimientos superficiales, ya que las obras de ampliación y mantenimiento implican modificaciones en drenajes y cortes de terreno. Aunque los arroyos intermitentes seguirán presentes, estas

intervenciones pueden alterar localmente los patrones de escurrimiento y aumentar el arrastre de sedimentos hacia cauces que eventualmente desembocan hacia el embalse de la presa Infiernillo.

En cuanto al paisaje, la autopista constituye un elemento dominante donde el entorno se caracteriza por amplias zonas agrícolas y localidades. La ampliación a cuatro carriles transformará la percepción visual del paisaje, reforzando su carácter antrópico e incrementando la presencia de infraestructura lineal en contraste con los remanentes de vegetación natural.

Finalmente, en el ámbito socioeconómico, esta vía es un eje fundamental para el desarrollo regional, ya que facilita el transporte de productos agrícolas y mercancías hacia el puerto de Lázaro Cárdenas, uno de los más importantes del país. La modernización de la autopista no solo mejorará la conectividad y seguridad vial, sino que también impulsará la actividad económica y la generación de empleos en la región. No obstante, este crecimiento también conlleva una mayor presión sobre los recursos naturales, lo cual debe considerarse en la planeación ambiental de la RE y sobre todo en RB Zicuirán - Infiernillo.

A continuación, se muestra la síntesis del diagnostico del escenario ambiental, mismo que coincide con el de la Reserva e la Biósfera Zicuirán - Infiernillo.

Escenario ambiental actual	Situación actual	Tendencia
Atmósfera Emisión de fuentes móviles y fijas.	Emisiones de gases de combustión y ruido emitido por los automotores sobre la actual autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas.	Aumento del parque vehicular anual en la autopista Nueva Italia -Lázaro Cárdenas, con un TPDA de 8,000–12,000 vehículos/día.
Uso de suelo y vegetación Selva, agricultura y vías de comunicación.	Presión sobre el cambio de uso de suelo hacia agricultura y pecuario en zonas que aún presentan vegetación natural y/o cambios de coberturas primariasa coberturas secundarias.	Degradación de zonas de vegetación natural y fragmentación del hábitat.

Escenario ambiental actual	Situación actual	Tendencia
Fauna silvestre Especies neotropicales y neárticas enlistadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Ahuyentamiento de fauna y cambios de coberturas primarias a coberturas secundarias, con modificación de hábitats. Cacería furtiva.	Pérdida de fauna nativa en áreas con actividades antrópicas y por cacería furtiva.
Suelos Vertisol, cambisol, leptosol, andosol, regosol, phaeozem y luvisol.	Erosión, pérdida de procesos pedogenéticos y contaminación por agroquímicos.	Deterioro continuo del suelo y contaminación.
Agua Red hidrológica con arroyos hacia el embalse de la Presa Infiernillo.	Contaminación por descargas doméstica, agrícolas y residuos (RSU y ME).	Continua contaminación de corrientes hacia el embalse de la Presa Infiernillo, *ergo*, el río Balsas.
Geología Concesiones mineras	Extracción de material a cielo abierto.	Se espera que la demanda se mantenga o se incremente.
Topografía Zona montañosa y planicie.	Han existido modificaciones a pequeña escala que alteraron la superficie topográfica de forma puntual (infraestructura), sin embargo los cambios han sido permanentes pero puntuales.	Existe la tendencia del continuo cambio de uso de suelo e infraestructura, lo que posibilita la modificación puntual pero continua de la región.
Socioeconómico Condiciones de marginación media a alta, servicios básicos presentes y actividad agrícola de baja tecnificación.	Los municipios de la Huacana y Arteaga presentan marginación. Hay servicios básicos, actividad agrícola activa, pero con baja tecnificación.	Tendencia a la degradación de factores bióticos y abióticos y disminución de la calidad paisajística.
Paisaje	Actividades agrícolas y	La economía tiende a

Escenario ambiental actual	Situación actual	Tendencia
Unidades: 1. Selva baja caducifolia y vegetación secundaria. 2. Áreas agropecuarias. 3. Cuerpos de agua y zonas ribereñas asociadas a la Presa Adolfo López Mateos (Infiernillo). 4. Corredor carretero e infraestructura asociada.	pecuarias generan presión sobre recursos naturales y pérdida de calidad estética del paisaje, así como tiraderos a cielo abierto de residuos sólidos.	mantener niveles de marginación por baja capacidad tecnológica y migración.

Capítulo IV

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREIVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Contenido

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREIVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN..... 3

IV.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 5

IV.2 Caracterización de Impactos 16

V.3 IValoración de los impactos..... 19

IV.4 Descripción de los impactos 22

IV.5 Impactos residuales 55

IV.6 Impactos acumulativos 58

IV.7 Conclusiones 60

IVI.8 Programa de manejo ambiental 61

VI.8.1. Medidas durante la preparación del sitio 61

IV.8.2 . Medidas durante la construcción..... 66

IV.8.3. Medidas en la operación y mantenimiento 78

IV.9 Seguimiento y control (Monitoreo) 80

IV.10 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 93

IV.10.1. Alcance 93

IV.10.2. Texto 93

IV.10.3. Monto 94

IV.10.4. Texto propuesto 96

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREIVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

<table>
<tr><th colspan="10">Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección</th></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="10">Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="3">Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto</td><td colspan="2">Componente ambiental impactado</td><td colspan="3">Impacto ambiental</td><td colspan="2">Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actividades agrícolas</td><td colspan="2">Suelo, agua y vegetación</td><td colspan="3">a) Contaminación del suelo y agua.
b) Eliminación del tipo de vegetación presente en la RE.</td><td colspan="2">a) Negativo, temporal, puntual. Contaminación
b) Negativo, permanente, puntual. Eliminación.</td></tr>
<tr><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td colspan="10">IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades</td><td colspan="4">Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto</td></tr>
<tr><td>Etapa del Proyecto</td><td>Obra o actividad del Proyecto</td><td>Componente y subcomponente ambiental en el que incide</td><td>Impacto ambiental</td><td>Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada</td><td>Efectos</td><td>Tipo de Medida</td><td colspan="2">Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución</td><td>Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia</td></tr>
<tr><td>P del Sitio</td><td colspan="5">Ver Preparación del Sitio</td><td colspan="4">Ver Medidas - Preparación del Sitio</td></tr>
<tr><td>Construcción</td><td colspan="5">Ver Construcción</td><td colspan="4">Ver Medidas - Construcción</td></tr>
<tr><td>Operación</td><td colspan="5">Ver Operación y Mantenimiento</td><td colspan="4">Ver Medidas - Operación y Mantenimiento</td></tr>
<tr><td colspan="10">Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. Incluir en los anexos específicos por sector, el análisis completo de tales impactos y de la aplicación de las medidas.</td></tr>
<tr><td colspan="10">Ver Impactos residuales e impactos acumulativos</td></tr>
<tr><td colspan="10">Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos,</td></tr>
</table>

acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.		
El Área de Influencia (AI) del proyecto fue delimitada considerando la naturaleza lineal de la obra y la posible interacción de las actividades constructivas con los componentes ambientales inmediatos al derecho de vía. Para efectos del presente estudio, el AI corresponde a los límites del derecho de vía con la carretera federal 37, definida con el propósito de identificar posibles interacciones ambientales indirectas asociadas a las actividades de ampliación de la autopista. La delimitación del AI mantiene congruencia espacial y funcional con la Región Ecológica definida para el proyecto, permitiendo establecer una relación jerárquica consistente entre las distintas escalas de análisis ambiental consideradas en el estudio. La delimitación del Área de Influencia mantiene consistencia con la RE previamente definido, de tal manera que la RE proporciona el contexto funcional del territorio, mientras que el AI representa la escala específica de análisis de impactos, y el área del proyecto corresponde al espacio de intervención directa. Esta relación jerárquica asegura la articulación metodológica entre los distintos niveles de análisis y fortalece la evaluación integral del impacto ambiental.		
Indicar los enlaces a los archivos anexos del plano georreferenciado en UTM, Datum WGS84, del polígono del área de influencia y de la justificación de su delimitación, incluyendo los criterios utilizados para la misma, considerando la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos, acorde con los criterios utilizados para la delimitación de la RE y la magnitud del Proyecto.		
Ver Anexo Mapas		
Medidas de compensación y/o restauración ambiental		
Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución.	**Ubicación**	**Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades**
Ver seguimiento y control	In situ / ANP RB Zicuirán-Infiernillo	Ver Plan de Monitoreo y Seguimiento

En este capítulo se presenta la identificación, descripción y la metodología para evaluar los impactos ambientales generados por la ejecución del Proyecto de la Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000 en sus tres principales etapas:

- Preparación del Sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

La etapa de Abandono del Sitio no se ha considerada para la identificación y evaluación de impactos, ya que la Vida útil del Proyecto puede incrementarse de forma prácticamente indefinida con las actividades de mantenimiento y posteriores modernizaciones, como es frecuente en toda la red de autopistas del país.

IV.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología utilizada para la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales ocasionados Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 185+000 al Km 210+900, en el municipio de La Huacana y Artega, en el estado de Michoacán, está basada en listas de chequeo del proyecto, el ambiente y sus relaciones, así como del uso de metodologías específicas como las matrices de interacción y métodos de evaluación, en específico la propuesta por Gómez Orea (2003), la cual conforma un proceso cualitativo que permite evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre los componentes del proyecto y los factores ambientales potencialmente impactados por el mismo.

Figura IV.1 Metodología General para identificación y evaluación de impactos.



Para identificar los impactos ambientales del proyecto se realizaron las siguientes acciones:

1) Análisis de las interacciones del proyecto en el escenario actual.
2) Identificación, mediante listados de verificación, de las obras y/o actividades del proyecto en sus distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), de acuerdo en la información presentada en el Capítulo II de esta MIA-R.
3) Identificación mediante listas de verificación de los factores ambientales (abióticos, bióticos y socioeconómicos) que forman parte del sistema ambiental regional analizado en el Capítulo IV de esta MIA-R, en los que pudiere incidir el proyecto.
4) Identificación de las interacciones del proyecto y el ambiente, que tengan una mayor relevancia al implementarse y que revistan un efecto al ambiente, ya sea benéfico o adverso; para ello se hará uso de una matriz de relaciones de impacto tipo Leopold (1971) con modificaciones y adecuaciones para el caso específico, donde se indican los factores ambientales que podrían ser modificados por las acciones del proyecto.
5) Elaboración de diagramas de interacción para realizar el análisis sinérgico entre las obras y actividades del proyecto en sus distintas etapas con el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del sistema ambiental analizado, con la finalidad de identificar impactos sinérgicos, acumulativos, indirectos y residuales.
6) Sobreposición y análisis de mapas temáticos en el área de estudio, con la finalidad de detectar puntos y/o zonas críticas del sistema ambiental que pudieran resultar afectados.
7) La evaluación de los impactos se realiza a través de una metodología semicuantitativa, la cual permite conocer la eficiencia de las medidas mediante la reducción del grado de alteración. Dicha evaluación se desarrollará mediante la metodología de Gómez Orea (2003), así como la descripción de los impactos más representativos o significativos.

Teniendo en cuenta la descripción del proyecto del capítulo I, así como el escenario ambiental descrito en el capítulo III, se utilizó una lista de revisión para realizar un diagnóstico, con el objeto de visualizar las interacciones del proyecto con el ambiente circundante (área de influencia). Esta tabla es una lista cualitativa de revisión de posibles impactos por la implementación del proyecto y su relación con el medio biofísico, socioeconómico y cultural (tabla V.1). A partir de esta tabla, se pueden visualizar de una primera intención los factores ambientales en los que pueden incidir las principales acciones del proyecto y que son los impactos esperados o potenciales.

Tabla IV.1 Listado cualitativo de interacciones del proyecto

	Interacciones del proyecto	Incide	Observación
Proyecto Ejecutivo			
1	Liberación del derecho de vía	**No**	El proyecto no requiere liberación del derecho de vía, por lo que se desarrollará sobre el existente.
2	En la ruta elegida se consideró la mejor alternativa de trazo	**Si**	La elección del trazo predominó la existencia de la autopista actual, el aprovechamiento del DDV existente y minimizar movimientos materiales, daños a la vegetación, reducción de cortes y terraplenes.
3	Buenas prácticas ambientales	**Si**	Se toman en consideración experiencias de acciones aplicadas en proyectos similares y entornos semejantes para el manejo ambiental que serán ejecutadas por la promovente bajo supervisión oficial.
Preparación del sitio			
1	Uso de suelo	**Si**	El proyecto será una ampliación de la actual Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, por lo que se modificará el uso de suelo, solamente en la ampliación del DDV.
2	Nivel sonoro	**Si**	Se incrementará temporal e intermitentemente por el uso de maquinaria, equipos y vehículos de gran capacidad necesario para este tipo de obras, con incidencia en un radio reducido.
3	Recursos educativos, culturales, históricos	**No**	En todo el derecho de vía no se presentan instalaciones que se relacionen a este tipo de recursos
4	Riesgos que implique el desarrollo del proyecto	**Si**	No se prevén riegos estructurales, se apegará a la normatividad vigente de SCT, bajo supervisión. Existen riesgos de accidentes laborales y viales.
5	Impactos residuales irreversibles al ambiente	**Si**	Por el cambio de uso de suelo en las áreas de ampliación de la Autopista a lo largo del trazo.
6	Aspectos Sociales	**No**	No existen propietarios de predios dentro del DDV por lo que no habrá intervención del proyecto en su propiedad patrimonial.
6	Recursos renovables	**Si**	Porque los proyectos carreteros en general afectan vegetación, suelo, eventualmente hidrología y fauna en sus trayectorias.
7	Reciclaje o reutilización de materiales	**Si**	Se podrá reutilizar: tierra orgánica removida, residuos de desmonte, productos de excavaciones; reubicación de flora y fauna.
8	Uso de suelo	**Si**	Aunque actualmente existe un grado de deterioro ambiental en la zona, propiciado principalmente por actividades agrícolas, y por la misma construcción de la Autopista existente; con la ampliación, el cambio de uso de suelo a ambos lados de la carretera se incrementará.
9	Procesos erosivos	**Si**	Al realizar acciones de desmonte y despalme, cortes y movimientos de tierras se inducirían condiciones temporales de erosión.

	Interacciones del proyecto	Incide	Observación
10	Recursos renovables	**Si**	Por tratarse de un proyecto que permanecerá por tiempo indefinido. Sin embargo, el proyecto tendrá que compensar las afectaciones conforme a la legislación vigente
Construcción			
11	Recuperación de zonas afectadas por la construcción	**No**	Las áreas dentro del DDV no serán recuperadas, ya que se trata de una obra permanente. Sin embargo el promovente compensará las afectaciones conforme a la legislación vigente.
12	Uso de Sustancias peligrosas en la construcción	**Si**	Se usarán asfaltos, pinturas, solventes, equipos de generación de energía, maquinaria y vehículos que usen diésel y gasolina.
13	Generación de residuos	**Si**	Se generarán residuos (sólidos urbanos, menejo especial y peligrosos).
14	Prevención y/o minimización de fuentes de contaminación	**Si**	Durante la construcción será inevitable la emisión de contaminantes, por el uso de maquinaria y equipo. Se prevendrán y minimizarán con medidas de mitigación específicas
16	Beneficios sociales o económicos	**Si**	Durante la construcción se generarán empleos y consumo de bienes y materiales de manera temporal. Infraestructura regional permanente.
17	Reutilización o reciclaje de residuos	**Si**	Se podrá reciclar y reutilizar los materiales generados en cortes, para terraplenes, residuos del acero y residuos forestales, además de productos de despalme.
18	Uso de combustibles y lubricantes	**Si**	Se utilizarán combustibles en las etapas de preparación del sitio y construcción para la operación de maquinaria, equipo y vehículos de la obra.
19	Áreas Naturales Protegidas	**Si**	El proyecto de ampliación de la autopista incide sobre la Reserva de la Biósfera Zicuirán – Infiernillo en la subzona de aprovechamiento.
20	Fragmentación del hábitat	**No**	El espacio ya se encuentra fragmentado por la misma autopista y por las actividades económicas de la región, el proyecto no modificará esta situación.
21	Vertidos de sustancias contaminantes en aguas o en el suelo	**Si**	Solo de forma accidental. Se aplicarán medidas de mitigación
22	Requerimientos de agua	**Si**	Se tendrá uso de agua para las actividades que así lo requieran.
23	Procesos erosivos	**No**	La generación de taludes se complementará con arropes y revegetación en muy corto tiempo, no se contempla inducir condiciones para generarlos.
24	Incremento del nivel de ruido	**Si**	Temporalmente por el uso de maquinaria, equipo y vehículos de gran capacidad necesarios para este tipo de obras.
25	Deteriora el paisaje	**Si**	Se harán mas patentes los elementos antrópicos en el paisaje y disminuirá el área vegetal en las áreas de afectación
Operación y mantenimiento			

	Interacciones del proyecto	Incide	Observación
1	Contaminación del aire	**Si**	Por el incremento en el flujo vehicular al incrementarse la capacidad de servicio de la vialidad.
2	Contaminación por ruido	**Si**	Con intermitencia, pero de larga duración por el incremento del flujo vehicular
3	Contaminación del suelo y agua	**Si**	Solo por la ocurrencia de accidentes que involucren contaminantes.
4	Riesgo de accidentes	**Si**	Por el incremento en el flujo vehicular, errores humanos y/o fallas mecánicas.
5	Crecimiento urbano irregular por la orilla del camino	**No**	Por tratarse de una vialidad confinada. En la mayor parte del trazo existe colindancia con propiedades privadas y productivas.
6	Incremento en la demanda de bienes y servicios	**Si**	Por el incremento en el flujo vehicular entre Nueva Italia y Lázaro Cárdeanas, así como para Ixtapa Zihuatanejo.
7	Generación de empleo	**Si**	En escala muy baja para la operación y mantenimiento.

Criterios y metodología de evaluación

La evaluación de los impactos ambientales queda determinada por dos elementos:

El *Signo*, que se refiere a su carácter benéfico (positivo) o adverso (negativo); y

Su *Valor*, que mide la magnitud del impacto cuando es negativo y al grado de beneficio cuando es positivo. A través, de la aplicación de los índices de *magnitud* y de *incidencia* se conocerá el significado ambiental de la alteración sobre algún factor del medio ambiente.

Dichos índices, brindarán una valoración cuantitativa ya que se formalizan a través de varias tareas bien definidas:

Determinar un *índice de incidencia* para cada impacto estandarizado entre 0 y 1.

Determinar la *magnitud*, lo que implica estandarizar el valor de la magnitud entre 0 y 1.

Calcular el *valor* de cada impacto a partir de la *magnitud* y la *incidencia* antes determinadas.

Jerarquizar lo impactos en una escala

El resultado global de este proceso de evaluación permite identificar la problemática ambiental que puede generarse en torno al proyecto, lo que sirve de base para seleccionar y/o diseñar las acciones para que sean controlados, minimizados o evitados.

Determinación del Índice de Incidencia

La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual es definida por la intensidad y una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración (tabla V.1.).

Una vez caracterizado el impacto, se determinó el índice de incidencia estandarizando entre 0 y 1, en cuatro pasos:

1. Tipificación de las formas en que se puede describir cada atributo.

Persistencia: temporal o permanente

Sinergia: leve, media y fuerte

2. Atribución de un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable; para los ejemplos anteriores quedaría de la siguiente forma:

Persistencia: temporal (1) o permanente (3)

Sinergia: leve (1), media (2) y fuerte (3)

3. Aplicación de la función suma ponderada para obtener un valor.

4. Estandarización de los valores obtenidos entre 0 y 1, mediante la siguiente expresión:

$$Ii = (I - I_{mín}) / (I_{máx} - I_{mín})$$

Dónde:

Ii = Índice de incidencia

I = ∑ de valores de atributos

$I_{máx}$ = Valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.

$I_{mín}$ = Valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor.

Tabla IV.2. Atributos para la evaluación de cada impacto.

Atributos	Carácter de los Atributos	Descripción	Código/ Valor
Signo	Benéfico	Se refiere a la consideración de benéfico o adverso	+
	Adverso		-
	Difícil de calificar	Requiere de estudios para asignarle valor	X
Inmediatez	Directo o Primario	Tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental	3
	Indirecto o secundario	Se deriva de un efecto primario	1
Acumulación	Simple	Se manifiesta en un solo componente ambiental o no induce efectos secundaros ni acumulativos ni sinérgicos	1
	Acumulativo	Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3
Sinergia	Leve	Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple	1
	Media		2
	Fuerte		3
Momento	Corto plazo	Se manifiesta en un ciclo anual	3
	Mediano plazo	Se manifiesta antes de 5 años	2
	Largo plazo	Se manifiesta en un periodo mayor a 5 años	1
Persistencia	Temporal	Supone una alteración que desaparece después de un tiempo	1

Atributos	Carácter de los Atributos	Descripción	Código/ Valor
Reversibilidad	Permanente	Supone una alteración de duración indefinida	3
	Corto plazo o reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales en un corto plazo. Reversible en su totalidad.	1
	Mediano plazo o parcialmente reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales a mediano plazo	2
	Largo plazo o no reversible	No puede ser asimilado por los procesos naturales o sólo después de un largo tiempo	3
Recuperabilidad	Fácil	Puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1
	Media	Puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	2
	Difícil	Es muy difícil de eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	3
Continuidad	Continuo	Produce una alteración constante en el tiempo	3
	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular	1
Periodicidad	Periódico	Se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3
	Irregular	Se manifiesta de forma impredecible en el tiempo debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia	1

La importancia del impacto toma valores entre 0 y 1. Presenta valores intermedios (entre 0.40 y 0.60), cuando se da alguna de las siguientes circunstancias: Intensidad total y afección mínima de los restantes símbolos.

Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.

Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Tabla IV. 3. Atributos para la evaluación de cada impacto.

Tipo de impacto	Significado
Irrelevantes o compatible	Impactos con valores de importancia inferiores a 0.25
Moderados	Impactos presentan una importancia entre 0.26 y 0.50
Severos	Impactos con valores de importancia entre 0.51 y 0.75
Críticos	Impactos con valor superior a 0.76

Determinación de la magnitud

La determinación de la magnitud consiste en transformar las unidades heterogéneas a unidades homogéneas adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1. Posteriormente, se estiman los valores que toma cada indicador en la situación “sin” y “con” proyecto.

Las unidades heterogéneas son obtenidas de conocimientos y herramientas experimentales y simulaciones, así como de la capacidad de utilizarlas y desarrollarlas cuantificando el impacto a través de indicadores.

Valoración cuantitativa

Cada uno de los factores ambientales alterados se obtiene por diferencia entre la situación “sin” y “con” proyecto, el valor del impacto ambiental sobre cada uno de ellos, expresados en valores limitados entre 0 y 1, atribuyéndose a partir de la siguiente fórmula:

$Vi = M * Ii$

Dónde:

Vi = Valor de un impacto

M = Magnitud

Ii = Índice de incidencia

Jerarquización

La jerarquización permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto y requiere de la determinación del valor de cada impacto en unidades conmensurables a partir de los valores de incidencia y magnitud; como ambos oscilan entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar, a su vez, entre 0 y 1; ese valor es quien marca la jerarquía exigida. Una vez realizada la operación se consultan los datos de la tabla 4, para ubicar el impacto ambiental generado.

Tabla IV. 4. Categorías de evaluación de impactos.

Impactos Benéfico	Jerarquización	Impactos Adversos
Benéfico muy importante	0.81 – 1.0	Adverso muy importante
Benéfico importante	0.61 – 0.80	Adverso importante
Benéfico medio	0.41 – 0.60	Adverso medio
Benéfico moderado	0.21 – 0.40	Adverso moderado
Benéfico muy moderado	0 – 0.20	Adverso muy moderado
O nulo		

Aplicación de medidas correctivas

Se refiere a la rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la importancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

En este rubro se determinará si debido al impacto ambiental generado es necesaria la implementación de alguna (s) medida (s):

Medidas de prevención. Acciones de prevención de posibles impactos.

Medidas de mitigación. Diseñadas para ser aplicadas en el sitio mismo, con objeto de minimizar los impactos ambientales adversos ocasionados por el proyecto.

Medidas de compensación. Se realizan en sitios diferentes, al lugar de ubicación del proyecto, con el fin de atenuar las afectaciones de las actividades ejecutadas.

Medidas de remediación o rehabilitación. Tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.

A continuación, se presenta el listado de los factores ambientales y componentes socioeconómicos que se involucran con el proyecto (tabla V.5).

Tabla IV. 5. Listado de factores ambientales y componentes.

Factor Ambiental	Componente
Aire	Nivel sonoro
	Calidad
Suelo	Estructura
	Calidad
	Erosión
Relieve	Topografía
	Taludes
Agua superficial	Patrones de escurrimientos
	Calidad
Agua subterránea	Calidad
	Recarga de acuíferos
Flora	Cobertura
	Diversidad
	Especies bajo algún estatus
Fauna	Hábitat
	Especies protegidas
Paisaje	Calidad
Socioeconómico	Infraestructura

	Empleo
	Bienestar social
	Nivel de accidentes
	Economía local
	Flujo vehicular (velocidad/aforo)

El proceso de desarrollo del proyecto implica tres etapas básicas que son: preparación del sitio, construcción y operación. Cada una de ellas representada por las diferentes acciones que se realizan en cada una y que son únicas en el proyecto (tabla V.6.).

Tabla IV.6 Identificación de las actividades del proyecto que podrían causar impactos.

Etapa	No.	Actividad
Preparación del Sitio	1	Contratación de personal
	2	Trazo y nivelación (Topografía)
	3	Señalamiento provisional y confinamientos
	4	Instalación de obras de apoyo
	5	Desmontes y despalmes
	6	Manejo y disp. productos de desmontes y despalmes
Construcción	1	Contratación de personal
	2	Excavaciones
	3	Cortes y terraplenes
	4	Manejo y disposición de productos de excavación
	5	Cimentación de puentes (Pasos vehiculares y ganaderos)
	6	Construcción de obras de drenaje
	7	Constr. bases y sub bases en ampliaciones
	8	Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica
	9	Parapetos protecciones y señalamientos
	10	Aplicación de acciones de protección ambiental
Operación y Mantenimiento	1	Contratación de personal
	2	Puesta en operación
	3	Limpieza y chaponeo
	4	Mantenimiento a estructuras
	5	Mantenimiento a carpetas
	6	Atención a emergencias
	7	Aplicación de medidas de mitigación

IV.2 Caracterización de Impactos

A continuación, se presenta la identificación de los impactos (negativos y positivos) en las diferentes etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) (tablas V. 7, V.8 y V.9.).

Tabla IV. 7. Identificación de impactos durante la preparación del sitio.

PREPARACIÓN DEL SITIO							
Factor Ambi	Componente	Contratacion de personal	Trazo y nivelación (Topografía)	Señalamiento provisional y confinamientos	Instalación de obras de apoyo	Desmontes y despalmes	Manejo y disp. productos de desmontes y despalmes
Aire	Nivel sonoro					-	
	Calidad del aire					-	
Suelo	Estructura					-	+
	Calidad						+
	Erosión					-	+
Relieve	Topografía						
	Taludes					-	
Agua superfi	Escurrimientos					-	
	Calidad					-	
Agua subterr	Calidad						
	Inflitración					-	
Flora	Cobertura					-	
	Diversidad					-	
	Especies bajo algún estatus					-	
Fauna	Hábitat					-	
	Especies protegidas					-	
Paisaje	Calidad			-		-	
Socioeconón	Infraestructura						
	Empleo	+					
	Patrimonio Familiar						
	Economía Familiar						
	Riegos de Accidentes			+	-	-	
	Economía local	+					
	Flujo vehicular			+	-	-	

Tabla IV. 8. Identificación de impactos en la etapa de construcción.

CONSTRUCCION										
Factor Ambiental	Componente	Excavaciones	Cortes y terraplenes	Manejo y disposición de productos de excavación	Cimentación de puentes. PIV y PSV's	Construcción de obras de drenaje	Constr. bases y sub bases en ampliaciones	Construcción de carpeta as	Parapetos protecciones y s	Aplicación de acciones de p
Aire	Nivel sonoro	-	-	-	-					
	Calidad del aire	-	-	-	-					+
Suelo	Estructura	-	-	+	-					
	Calidad			+	-		-	-		+
	Erosión	-	-	+	-					
Relieve	Topografía									
	Taludes	-	-	+	-					
Agua superficial	Escurrimientos	-	-		-	+				
	Calidad	-	-							
Agua subterránea	Calidad									
	Infiltración						-	-		+
Flora	Cobertura		-							+
	Diversidad									+
	Especies bajo algún estatus									+
Fauna	Hábitat									+
	Especies protegidas									
Paisaje	Calidad	-	-							+
Socioeconómico	Infraestructura									
	Empleo									
	Patrimonio Familiar									
	Economía Familiar									
	Riegos de Accidentes								+	
	Economía local									
	Flujo vehicular								+	

Tabla IV.9. Identificación de impactos en la etapa de operación y mantenimiento.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								
Factor Ambi	**Componente**	**Contratación de personal**	**Puesta en operación (Por tramos)**	**Limpieza y chaponeo**	**Mantenimiento a estructuras**	**Mantenimiento a carpetas**	**Atención a emergencias**	**Aplicación de medidas de mitigación**
Aire	Nivel sonoro		-					
	Calidad del aire		-					+
Suelo	Estructura							+
	Calidad							+
	Erosión							+
Relieve	Topografía							
	Taludes							
Agua superfic	Patrones de escurrimientos							
	Calidad							
Agua subterr	Calidad							
	InfiltraciónRecarga de acuíferos							
Flora	Cobertura							+
	Diversidad							+
	Especies bajo algún estatus							+
Fauna	Hábitat							+
	Especies protegidas							
Paisaje	Calidad							+
Socioeconóm	Infraestructura							
	Empleo	+						+
	Patrimonio Familiar							
	Economía Familiar							
	Riegos de Accidentes		-	+	+	+	+	+
	Economía local		+					
	Flujo vehicular		+	+	+	+	+	+

V.3 Valoración de los impactos

Atributos	Carácter de los Atributos	Descripción	Código/Valor		ATRIBUTO	TIPO	PESO
Inmediatez	Directo o Primario	Tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental	3		INMEDIATEZ (I)	Directo	3
	Indirecto o secundario	Se deriva de un efecto primario	1			Indirecto	1
Acumulación	Simple	Se manifiesta en un solo componente ambiental o no induce efectos secundaros ni acumulativos ni sinérgicos	1		ACUMULACIÓN (A)	Acumulativo	3
	Acumulativo	Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3			Simple	1
Sinergia	Leve	Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios efectos simples supone un efecto mayor que su suma simple	1		SINERGIA (S)	Sinérgico	3
	Media		2			No sinérgico	1
	Fuerte		3				
Momento	Corto plazo	Se manifiesta en un ciclo anual	3		MOMENTO EN QUE SE PRODUCE (M)	A corto plazo	3
	Mediano plazo	Se manifiesta antes de 5 años	2			A medio plazo	2
	Largo plazo	Se manifiesta en un periodo mayor a 5 años	1			A largo plazo	1
Persistencia	Temporal	Supone una alteración que desaparece después de un tiempo	1		PERSISTENCIA (P)	Permanente	3
	Permanente	Supone una alteración de duración indefinida	3			Temporal	1
Reversibilidad	Corto plazo o reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales en un corto plazo. Reversible en su totalidad.	1		REVERSIBILIDAD (R)	Reversible	1
	Mediano plazo o parcialmente reversible	Puede ser asimilado por los procesos naturales a mediano plazo	2			Irreversible	3
	Largo plazo o no reversible	No puede ser asimilado por los procesos naturales o sólo después de un largo tiempo	3				
Recuperabilidad	Fácil	Puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1		RECUPERABILIDAD (Rc)	Recuperable	1
	Media	Puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	2			Irrecuperable	3
	Difícil	Es muy difícil de eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	3				
Continuidad	Continuo	Produce una alteración constante en el tiempo	3		PERIODICIDAD (Pr)	Periódico	3
	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular	1			No periódico	1
Periodicidad	Periódico	Se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3		CONTINUIDAD (C)	Continuo	3
	Irregular	Se manifiesta de forma impredecible en el tiempo debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia	1			No continuo	1

La evaluación de los impactos identificados se presenta en las matrices modificadas de Leopold en las tablas V.10, V.11 y V.12.

Tabla IV. 10. Evaluación de impactos en la etapa de Preparación del Sitio.

Evaluación de impactos identificados en la matriz modificada de Leopold																				
Preparación del Sitio																				
Actividad	PS-Impacto	Factor/ Componente	Caracteristicas de Incidencia														Calidad del Factor				
			Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversabilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Total	suma ponderada	Indice de incidencia (II)	Impacto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Magnitud (M)	Valor del Impacto	Jerarquización
Contratación de perso	PS-3	Socioeconómico/Empleo	+	3	1	1	2	1	1	3	1	1	14	1.556	0.28	moderados	0.39	0.40	0.01	0.00	Benéfico muy moderado
	PS-4	Socioeconómico/Economía local	+	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.222	0.11	compatible	0.39	0.40	0.01	0.00	Benéfico muy moderado
Trazo y Nivelación	PS-5																		0.00	0.00	
Señalamiento provisi	PS-6	Paisaje/Calidad	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	1.444	0.22	moderados	0.60	0.31	0.29	0.06	Adverso muy moderado
	PS-7	Socioeconómico/Riesgo de accidentes	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	1.444	0.22	moderados	0.42	0.43	0.01	0.00	Benéfico muy moderado
	PS-8	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	1	3	2	1	1	1	1	1	14	1.556	0.28	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	Benefico moderado
Instalación de obras c	PS-9	Socioeconómico/Riesgo de accidentes	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado
	PS-10	Socioeconómico/Flujo vehicular	-	3	1	3	2	1	1	1	1	1	14	1.56	0.28	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado
Desmonte y despalm	PS-11	Aire/Calidad	-	3	3	2	3	1	2	3	1	1	19	2.11	0.56	críticos	0.42	0.43	-0.01	-0.01	Adverso muy moderado
	PS-12	Aire/Nivel sonoro	-	3	3	2	3	1	2	3	1	1	19	2.11	0.56	críticos	0.42	0.43	-0.01	-0.01	Adverso muy moderado
	PS-13	Suelo/Estructura	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	Adverso moderado
	PS-14	Suelo/Erosión	-	1	1	1	3	1	1	3	1	1	13	1.44	0.22	moderados	0.60	0.31	0.29	0.06	Adverso muy moderado
	PS-15	Relieve/Taludes	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	Adverso moderado
	PS-16	Agua superficial/Calidad	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1.00	0.00	compatible	0.31	0.27	0.04	0.00	Adverso muy moderado
	PS-17	Agua superficial/Escurrimiento	-	3	1	3	3	1	1	1	1	1	15	1.67	0.33	moderados	0.31	0.27	0.04	0.01	Adverso muy moderado
	PS-18	Agua subterránea/Infiltración	-	1	3	2	3	1	1	2	1	1	15	1.67	0.33	moderados	0.31	0.27	0.04	0.01	Adverso muy moderado
	PS-19	Flora/Cubierta vegetal	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	Adverso moderado
	PS-20	Flora/Diversidad	-	1	3	3	3	3	3	3	1	1	21	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	0.29	0.19	Adverso muy moderado
	PS-21	Flora/Especies bajo algún estatus	-	1	1	1	3	1	3	3	1	1	15	1.67	0.33	moderados	0.60	0.31	0.29	0.10	Adverso muy moderado
	PS-22	Fauna/Hábitat	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	Adverso moderado
	PS-23	Fauna/especies protegidas	-	1	1	1	3	1	2	2	3	3	17	1.89	0.44	severo	0.60	0.31	0.29	0.13	Adverso muy moderado
	PS-26	Paisaje/Calidad	-	1	3	3	3	3	3	3	1	1	21	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	0.29	0.19	Adverso muy moderado
	PS-26	Socioeconómico/Accidentes	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado
	PS-27	Socioeconómico/Flujo Vehicular	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado
Manejo y disp. produc	PS-28	Suelo/estructura	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	1.44	0.22	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.06	Benefico muy moderado
	PS-29	Suelo/Calidad	+	3	3	1	3	1	1	1	1	1	15	1.67	0.33	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.10	Benefico muy moderado
	PS-30	Suelo/erosión	+	1	3	1	3	1	1	1	1	1	13	1.44	0.22	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.06	Benefico muy moderado
Logística para prefab	PS-31	Socioeconómico/Accidentes	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado
	PS-32	Socioeconómico/Flujo Vehicular	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	Adverso muy moderado

Tabla IV. 11. Evaluación de impactos en la etapa de Construcción.

Evaluación de impactos identificados en la matriz modificada de Leopold

Construcción

Actividad	C-Impacto	Factor/ Componente	s de Incidencia																	
			Signo	Inmediatez	Acumulación	Energía	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad	Total	Sumaponderada	Indice de Incidencia(II)	Intensidad del impacto	SinProyecto	ConProyecto	Magnitud(M)	Valor del Impacto	Jerarquización
Contratación de personal	C-1	Socioeconómico/Empleo	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.39	0.40	0.01	0.00	benéfico muy moderado
	C-2	Socioeconómico/Economía local	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.39	0.40	0.01	0.00	benéfico muy moderado
Excavación	C-3	Aire/Nivel sonoro	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-4	Aire/Calidad	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-5	Suelo/Estructura	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	21.00	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	0.29	0.19	adverso muy moderado
	C-6	Suelo/Erosión	-	3	1	1	3	1	1	1	1	3	16.00	1.67	0.33	moderados	0.60	0.31	0.29	0.10	adverso muy moderado
	C-7	Relieve/Taludes	-	3	1	1	3	3	3	1	3	3	21.00	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	0.29	0.19	adverso muy moderado
	C-8	Agua superficial/Escurrimientos	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.31	0.27	0.04	0.01	adverso muy moderado
	C-9	Agua superficial/Calidad	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.31	0.27	0.04	0.00	adverso muy moderado
	C-10	Paisaje	-	3	1	1	1	3	3	3	1	1	17.00	1.89	0.44	severos	0.60	0.31	0.29	0.13	adverso muy moderado
Cortes y terraplenes	C-11	Aire/Nivel sonoro	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-12	Aire/Calidad	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-13	Suelo/Estructura	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23.02	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	adverso moderado
	C-14	Suelo/Erosión	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.02	1.45	0.22	moderados	0.60	0.31	0.29	0.06	adverso muy moderado
	C-15	Relieve/Topografía	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23.00	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	adverso moderado
	C-16	Relieve/Taludes	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23.00	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	adverso moderado
	C-17	Agua superficial/Escurrimientos	-	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.31	0.27	0.04	0.01	adverso muy moderado
	C-18	Agua superficial/Calidad	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.31	0.27	0.04	0.00	adverso muy moderado
	C-19	Paisaje	-	3	3	3	3	3	3	3	1	1	23.00	2.56	0.78	críticos	0.60	0.31	0.29	0.23	adverso moderado
Manejo y disposición de pr	C-20	Aire/Nivel sonoro	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-21	Aire/calidad	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-22	Suelo/Estructura	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.06	benéfico muy moderado
	C-23	Suelo/Calidad	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.06	benéfico muy moderado
	C-24	Suelo/Erosión	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.31	0.60	-0.29	-0.06	benéfico muy moderado
	C-25	Relieve/Taludes	+	3	1	1	3	3	3	3	1	1	18.00	2.11	0.56	severos	0.31	0.60	-0.29	-0.16	benéfico muy moderado
Cimentación de puentes. P	C-26	Aire/Nivel sonoro	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-28	Aire/calidad	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.42	0.43	-0.01	0.00	adverso muy moderado
	C-30	Suelo/Estructura	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.60	0.31	0.29	0.03	adverso muy moderado
	C-31	Suelo/Calidad	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.60	0.31	0.29	0.03	adverso muy moderado
	C-32	Suelo/Erosión	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.60	0.31	0.29	0.03	adverso muy moderado
	C-33	Relieve/Taludes	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.60	0.31	0.29	0.03	adverso muy moderado
	C-34	Agua superficial/Escurrimientos	-	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11.00	1.22	0.11	compatible	0.31	0.27	0.04	0.00	adverso muy moderado
Construcción de obras de c	C-38	Agua superficial/Escurrimientos	+	3	1	1	3	3	3	2	3	3	22.00	2.44	0.72	críticos	0.31	0.27	-0.04	-0.03	benéfico muy moderado
Protección para instalacion	C-39	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	3	1	1	3	3	1	1	1	1	16.00	1.67	0.33	moderados	0.42	0.43	0.01	0.00	benéfico muy moderado
	C-40	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	1	3	1	3	1	1	2	1	1	14.00	1.56	0.28	moderados	0.42	0.43	0.01	0.00	benéfico muy moderado
Constr. bases y sub bases	C-41	Suelo/Calidad	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	21.00	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	-0.29	-0.19	adverso muy moderado
	C-42	Agua subterránea/Infiltración	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	21.00	2.33	0.67	críticos	0.31	0.27	-0.04	-0.03	adverso muy moderado
Construcción de carpeta as	C-43	Suelo/Calidad	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	21.00	2.33	0.67	críticos	0.60	0.31	-0.29	-0.19	adverso muy moderado
	C-44	Agua subterránea/Infiltración	-	3	3	1	3	3	3	3	1	1	21.00	2.33	0.67	críticos	0.31	0.27	-0.04	-0.03	adverso muy moderado
Parapetos protecciones y s	C-45	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13.00	1.44	0.22	moderados	0.42	0.43	0.01	0.00	benéfico muy moderado
	C-46	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	1	3	2	1	1	1	1	1	14.00	1.56	0.28	moderados	0.42	0.43	0.01	0.00	benéfico muy moderado
Aplicación de acciones de p	C-47	Aire/Calidad	+	1	3	2	2	3	3	1	3	3	21.00	2.33	0.67	críticos	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	C-48	Suelo/Calidad	+	1	3	1	2	3	3	2	3	3	21.00	2.33	0.67	críticos	0.31	0.60	0.29	0.19	benéfico muy moderado
	C-49	Agua subterránea/Infiltración	+	1	3	1	3	3	2	1	1	3	18.00	2.00	0.50	severos	0.27	0.31	0.04	0.02	benéfico muy moderado
	C-50	Flora/Cubierta vegetal	+	3	3	3	3	3	2	1	3	3	24.00	2.67	0.83	críticos	0.31	0.60	0.29	0.24	benéfico moderado
	C-51	Flora/Diversidad	+	3	1	3	2	3	2	2	3	3	22.00	2.44	0.72	críticos	0.31	0.60	0.29	0.21	benéfico moderado
	C-52	Flora/Especies bajo algún estatus	+	3	1	1	3	3	2	2	3	3	21.00	2.33	0.67	críticos	0.31	0.60	0.29	0.19	benéfico muy moderado
	C-53	Fauna/Hábitat	+	1	1	2	2	3	2	2	3	3	18.00	2.11	0.56	severos	0.31	0.60	0.29	0.16	benéfico muy moderado
	C-54	Paisaje	+	3	3	2	3	3	2	2	3	3	24.00	2.67	0.83	críticos	0.31	0.60	0.29	0.24	benéfico moderado

A partir del análisis de los instrumentos aplicados para la evaluación de los impactos ambientales se obtuvieron los siguientes resultados (tabla IV.12.).

Tabla IV. 12. Evaluación de impactos en la etapa de Operación y Mantenimiento.

Evaluación de impactos identificados en la matriz modificada de Leopold

Actividad	OM-Impacto	Factor/ Componente	Criterios de Incidencia										Total	suma ponderada	Índice de incidencia (I	Calidad del Facto		Magnitud (M)	Valor del Impacto	Jerarquización
			Signo	Inmediatez	Acumulación	Sinergia	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Continuidad	Periodicidad				Sin Proyecto	Con Proyecto			
ntratación de perso	OM-1	Socioeconómico/Empleo	+	3	1	1	3	3	1	1	1	1	15	1.7	0.3333	0.39	0.40	0.01	0.00	benéfico muy moderado
en operación (Por t	OM-2	Aire/Nivel sonoro	-	3	3	3	3	3	3	1	3	3	25	2.8	0.8889	0.42	0.43	0.01	0.01	Adverso muy moderado
	OM-3	Aire/Calidad	-	3	3	3	3	3	3	1	3	3	25	2.8	0.8889	0.42	0.43	0.01	0.01	Adverso muy moderado
	OM-4	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	-	3	1	1	2	3	3	1	1	3	18	2.0	0.5000	0.42	0.43	0.01	0.01	Adverso muy moderado
	OM-5	Socioeconómico/Economia local	+	1	1	1	2	3	3	1	1	1	14	1.6	0.2778	0.39	0.40	0.01	0.00	benéfico muy moderado
	OM-6	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	3	1	2	3	3	1	1	3	20	2.2	0.6111	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
Limpieza y chaponeo	OM-7	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	3	1	1	2	3	3	1	1	3	18	2.0	0.5000	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	OM-8	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	1	1	2	3	3	1	1	3	18	2.0	0.5000	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
enimiento de estruc	OM-9	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	3	1	1	2	3	3	1	1	3	18	2.0	0.5000	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	OM-10	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	1	3	1	3	3	3	2	3	3	22	2.4	0.7222	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
ntenimiento a carpe	OM-11	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	1	1	1	3	3	3	3	1	3	19	2.1	0.5556	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	OM-12	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	3	1	3	3	3	1	1	3	21	2.3	0.6667	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
ención a emergenci	OM-13	Socioeconómico/Riesgos de accidentes	+	3	1	1	3	3	3	3	1	3	21	2.3	0.6667	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	OM-14	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	1	1	3	3	3	3	1	3	21	2.3	0.6667	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
ón de medidas de m	OM-15	Aire/Calidad	+	1	3	2	2	3	3	1	3	3	21	2.3	0.6667	0.42	0.43	0.01	0.01	benéfico muy moderado
	OM-16	Suelo/Estructura	+	1	3	1	2	3	3	2	3	3	21	2.3	0.6667	0.31	0.60	0.29	0.19	benéfico muy moderado
	OM-17	Suelo/Calidad	+	1	3	1	2	3	3	2	3	3	21	2.3	0.6667	0.31	0.60	0.29	0.19	benéfico muy moderado
	OM-18	Suelo/ErosiónCalidad	+	1	3	1	3	3	2	1	1	3	18	2.0	0.5000	0.31	0.60	0.29	0.15	benéfico muy moderado
	OM-19	Flora/Cobertura	+	3	3	3	3	3	2	1	3	3	24	2.7	0.8333	0.31	0.60	0.29	0.24	benéfico moderado
	OM-20	Flora/Diversidad	+	3	1	3	2	3	2	2	3	3	22	2.4	0.7222	0.31	0.60	0.29	0.21	benéfico moderado
	OM-21	Flora/Especias bajo algún estatus	+	3	1	1	3	3	2	2	3	3	21	2.3	0.6667	0.31	0.60	0.29	0.19	benéfico muy moderado
	OM-22	Fauna/Hábitat	+	1	1	2	2	3	2	2	3	3	19	2.1	0.5556	0.31	0.60	0.29	0.16	benéfico muy moderado
	OM-23	Paisaje/Calidad	+	3	3	2	3	3	2	2	3	3	24	2.7	0.8333	0.31	0.60	0.29	0.24	benéfico moderado
	OM-24	Socioeconómico/Empleo	+	1	3	1	1	3	2	1	3	1	16	1.8	0.3889	0.31	0.60	0.29	0.11	benéfico muy moderado
	OM-25	Socioeconómico/Riesgo de accidentes	+	3	1	1	3	3	2	2	1	1	17	1.9	0.4444	0.31	0.60	0.29	0.13	benéfico muy moderado
	OM-26	Socioeconómico/Flujo vehicular	+	3	1	1	3	3	3	2	3	3	22	2.4	0.7222	0.31	0.60	0.29	0.21	benéfico moderado

IV.4 Descripción de los impactos

La descripción de los impactos se presenta en las tablas IV.13, IV.14 y IV.15:

PREPARACIÓN DEL SITIO

La descripción de impacto considera las acciones más probables a deteriorar el ambiente y que se entienden como factores de cambio o impacto, la experiencia en obras similares y sentido técnico de las acciones permiten describir las situaciones más probables a suceder.

Tabla IV. 13. Descripción de los impactos en preparación del sitio.

PREPARACION DEL SITIO

Descripción de impactos identificados y evaluados

Para la etapa de preparación del sitio se obtuvieron 29 impactos, de los cuales 07 se consideran positivos (benéficos) y 22 negativos (adversos)

Acción	**Contratación de personal**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Empleo**
Impacto	**Benéfico Muy Moderado.**
Durante el proceso de preparación del sitio se requería de la contratación de personal en los distintos niveles para las diversas labores de preparación del sitio, el impacto se calificó de muy moderado, ya que el empleo se dará de manera temporal.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Economía Local**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Acción	**Trazo y Nivelación**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Economía Local**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
El impacto generado por estas actividades será favorable por la contratación de personal pero de manera temporal.	
Acción	**Señalamiento provisional y confinamientos**
Factor	**Paisaje**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Para poder llevar a cabo las obras de preparación del sitio en la actual autopista, por reglamento de SCT, se tendrán que colocar señalamientos provisionales y realizar el confinamiento en los diferentes frentes de trabajo, por lo que estos nuevos elementos tienen como objetivo de informar, prevenir y establecer ciertas restricciones a los usuarios que transitan por o cerca de las obras que se estarán desarrollando en la zona. La instalación de señalamiento provisional y los confinamientos son actividades que sin requerir	

obras civiles, sí hacen necesario ocupar espacios dentro del derecho de vía liberado, en parte de la vialidad existente, en las vialidades adyacentes y en el entorno vial que se verá influido por las actividades de construcción. Las barreras de confinamiento de obra son elementos que modifican el paisaje en el campo y cauce visual a nivel de la carretera, y que en algunas partes son elementos divisorios que cambian temporalmente la fisonomía de la carretera al formar una barrera física acotada a los límites de las zonas de obra. Estos nuevos elementos provisionales son adicionales a los que ya existen a lo largo de la Autopista, sumándose al escenario actual, por lo cual el impacto se calificó de muy moderado.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgo de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Los sistemas de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo que se instalarán en diversas áreas del proyecto y su entorno, conforme a su desarrollo, son de vital importancia para la seguridad de los usuarios de la carretera, de los pobladores de las distintas localidades a lo largo de la trayectoria, del personal que laborará en la obra y de las propias estructuras existentes y por construir. Durante la noche diversas señales y la posición específica del banderero se delimitarán y enfatizarán con dispositivos luminosos. Las barreras también deberán delimitarse con dispositivos luminosos y reflejantes. Los avisos de obra ayudarán a que los conductores tengan más atención y precaución al manejar. La colocación de nuevos elementos de señalización permitirá informar a los usuarios de la carretera de las obras que se están realizando, resultando este impacto como muy moderado.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos de las obras, así como las barreras de confinamiento en diferentes puntos a lo largo de la autopista a ampliar, se aplicarán para inducir la disminución de la velocidad de los usuarios, para alertarlos de la ocupación de algunas o todas las secciones de la carretera en beneficio de la seguridad en general. Por lo cual el impacto resulto benéfico muy moderado	
Acción	**Obras de apoyo**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgo de accidentes**

Impacto	**Adverso muy moderado**
Como obras de apoyo se consideran algunas oficinas de campo para la residencia y la supervisión de obra, casetas de vigilancia y algunos almacenes y bodegas para resguardo de herramientas y equipos menores, estas instalaciones serán desmontables y se podrán reubicar de acuerdo a la logística establecida por los constructores. Hasta el momento no se tienen definidos los sitios de ubicación ya que esto dependerá de la logística y los recursos de cada constructora. No se planea la construcción o instalación de campamentos para estancia de trabajadores, en virtud de que la mayor parte del trazo se desarrollará en las proximidades de áreas pobladas, en donde se podrá contratar mano de obra y se podrán obtener los servicios de alojamiento mediante la renta de algunas casas, en su caso, así como alimentos para consumo del personal. La implementación y ubicación de obras de apoyo no interferirá en los traslados de los usuarios de la autopista ni en las de los pobladores de los alrededores por lo que se espera que no generen riesgos de accidentes; por lo cual el impacto resultó evaluado como benéfico muy moderado	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Como obras de apoyo se consideran algunas oficinas de campo para la residencia, la supervisión de obra y algunas de apoyo de las constructoras, se podrán utilizar oficinas móviles o remolques que podrán ser reubicadas conforme al avance de las obras. Se instalarán además casetas de vigilancia y algunos almacenes y bodegas para resguardo de herramientas y equipos menores, estas instalaciones desmontables se podrán reubicar de acuerdo a la logística establecida por los constructores. Hasta el momento no se tienen definidos los sitios de ubicación ya que esto dependerá de la logística y los recursos de cada constructora, así como del avance de las obras determinado en cierto modo por las condiciones específicas en cada tramo y frente de trabajo. No se planea la construcción o instalación de campamentos para estancia del personal de la obra, en virtud de que la mayor parte del trazo se desarrollará en las proximidades de áreas pobladas, en donde se podrá contratar mano de obra y se podrán obtener los servicios de alojamiento, en su caso, así como alimentos para consumo del personal. La implementación y ubicación de obras de apoyo se realizará en sitios específicos en donde no interferirá con el flujo vehicular de la autopista o en las vialidades que en esta confluyan, de modo que no incidirán de forma negativa en los traslados habituales de los pobladores de las inmediaciones, por lo cual el impacto resulto evaluado como benéfico muy moderado	
Acción	**Desmonte y despalme**

Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la preparación del sitio, la calidad del aire, por la acción del desmonte y despalme, se verá afectada por la emisión de partículas por la operación de traxcavos, motoconformadoras, tractores, entre otros; es un impacto adverso muy moderado, intermitente, temporal y cesará al término de las actividades.	
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la preparación del sitio se considera, que los efectos del ruido de la maquinaria a utilizar producen un nivel de 70 db (A) y el equipo de excavación de 90 db (A) en las cercanías de la fuente emisora, según datos de la U.S. Environmental Protection Agency; por lo que se considera que durante esta etapa, el nivel de ruido producido por la maquinaria y equipos de excavación entre los 150 y 945 metros se irá disipando con la distancia hasta alcanzar un nivel perceptible despreciable; por lo que los impactos adversos significativos se presentarán principalmente en las cercanías de la fuente emisora, identificándose éstas como el área de influencia directa en lo relativo a ruido, dado el rango de tiempo en el que se empleará la maquinaria y equipos, solamente en jornadas diurnas, el impacto resultante será intermitente inevitable adverso muy moderado.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Estructura**
Impacto	**Adverso moderado**
Durante las obras de desmonte y despalme se perderá la estructura del suelo afectando la capa superficial original en las superficies que hasta ahora no han sido ocupadas por el derecho de vía y las obras del Proyecto como consecuencia de la remoción del suelo en las áreas destinadas a la ampliación del derecho de vía, el impacto resultante es de tipo adverso moderado.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante las actividades de desmonte y despalme se tendrá expuesto el suelo durante un corto tiempo, de acuerdo con los frentes de trabajo y su avance, por lo cual las secciones del trazo que se estén trabajando en estas labores podrán estar expuestas a procesos erosivos en tanto se	

pase a la siguiente etapa (de construcción) en la cual el suelo será cubierto por las estructuras de la autopista. Es de considerar que algunas áreas, sobre todo en taludes de terraplenes o de cortes permanecerán sin cubierta; impacto adverso muy moderado.	
Factor	**Relieve**
Componente	**Taludes**
Impacto	**Adverso moderado**
Durante la preparación del sitio, el desmonte y despalme, los efectos del impacto sobre los taludes generados son adversos moderados, determinando esta categoría por la geomorfología general del trayecto, en el que se realizarán cortes y algunos terraplenes para la ampliación que generarán nuevos taludes que modificarán en alguna medida el relieve mediante la remoción y/o adición de importantes volúmenes de materiales. Impacto adverso que se ha considerado moderado por tratarse de afectación adyacente sobre la trayectoria existente.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Posible incremento de residuos por el arrastre de los materiales sueltos provenientes del despalme y el desmonte que lleguen a drenes naturales y cuerpos de agua. Impacto adverso muy moderado que se presentará en caso de arrastre por viento o lluvia y que concluirá al termino esta actividad.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Escurrimientos**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Sobre éste factor en general, los impactos serán adversos muy moderados, al no existir corrientes permanentes solo intermitentes, tampoco se alterará la dirección del drenaje superficial definido por las condiciones actuales de la autopista, ni se modificará la dirección de los cauces receptores de los escurrimientos superficiales del predio, mismos que han sido protegidos con obras de drenaje.	
Factor	**Agua subterránea**
Componente	**Infiltración**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los efectos negativos se darán principalmente en la disminución de la capacidad de recarga y en el aumento de algunos escurrimientos superficiales, los cuales son generados por la alteración de las cubierta vegetal y terrestre, ya que se ocasionará incremento en el índice de escorrentía	

superficial y disminución en el coeficiente de infiltración en las áreas aledañas a la actual autopista, siempre dentro del derecho de vía, en estos rubros en lo particular, los efectos adversos serán muy moderados en el área destinada a obras permanentes, estos efectos pueden ser sensiblemente mitigables al mejorar la estructura vegetal de la superficie de protección al incorporar la vegetación rescatada y con especies de revegetación por consiguiente el medio de infiltración.	
Factor	**Flora**
Componente	**Cubierta vegetal**
Impacto	**Adverso moderado**
El componente más afectado es la cubierta vegetal, ya que la realización del proyecto implica necesariamente la remoción de la vegetación presente, éste elemento presenta en la actualidad un cierto grado de perturbación, por lo que el impacto que se generará tendrá efectos puntuales ya que la alteración que se puede observar nos indica que la pérdida parcial de las especies locales y la introducción de otras, así como la modificación de otros factores del entorno, ha venido ocurriendo desde períodos anteriores a raíz de la construcción de la actual vialidad y el incremento en algunos tramos de las actividades agrícolas. El desmonte consiste en limpiar y cortar toda la maleza existente en toda el área de trabajo. Cabe resaltar, la importancia de que se apliquen los procedimientos adecuados para el manejo de dichos residuos vegetales. Es importante mencionar que al realizar el desmonte y despalme solo se afectarán aquellos sitios que pertenezcan al derecho de vía sin excederse en sus límites para no ocasionar alteraciones a las zonas aledañas al proyecto.	
Factor	**Flora**
Componente	**Diversidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
La ampliación de la autopista en medio de un área de vegetación de selva baja caducifolia no sólo reduce el área de ese ambiente, sino que también, aumenta el efecto de borde. Aunque el impacto resulto adverso muy moderado, el efecto de borde que pudiera afectar la diversidad vegetal se puede presentar solo en algunos tramos del cadenamiento.	
Factor	**Flora**
Componente	**Especies bajo algún estatus**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante los trabajos de campo no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, se considera tomarlas en cuenta durante esta etapa; por lo que se determinó	

un impacto adverso muy moderado.	
Factor	**Fauna**
Componente	**Hábitat**
Impacto	**Adverso moderado**
Como consecuencia de estas actividades la flora y fauna predominante en la zona se verá afectada por la remoción de la cubierta vegetal en las áreas del derecho de vía que serán ocupadas por la ampliación lo que ocasionará una alteración del microhábitat existente, ocasionando desplazamiento de las especies de fauna que se encuentran distribuidos solo en estas zonas, sin embargo, la distribución y abundancia de dichos organismos se considera baja ya que en su mayoría no toleran la presencia humana ni los ambientes ruidosos, por lo que los impactos identificados se consideran como adversos moderados, no mitigables, locales, permanentes, no significativos e irreversibles.	
Factor	**Fauna**
Componente	**Especies protegidas**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante los trabajos de campo no se registraron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, se estará al pendiente si es que se presentarán en esta etapa especies de fauna, por lo que se consideró como muy moderado.	
Factor	**Paisaje**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Otro factor que resultará modificado es el paisaje debido a que al realizar las actividades de desmonte y despalme se crearán alteraciones en la constitución original del sitio con la implementación de una obra ajena al área natural existente (sur del proyecto), de acuerdo a lo anterior, el impacto identificado se considera de tipo bajo, adverso muy moderado, mitigable, local, permanente, no significativo e irreversible y compensable.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Accidentes**
Impacto	**Adverso muy moderado**
En esta etapa del proyecto el impacto es adverso muy moderado, aun cuando un accidente impacta directo a la salud y seguridad de los trabajadores, el impacto será temporal ocasional, porque no interactúa con otros impactos generados con la preparación del sitio. Se considera moderado porque se actuará inmediatamente luego de ocurrido el evento, ya sea brindando los	

primeros auxilios o el traslado del herido hacia un hospital para su pronta recuperación, produciéndose en un muy corto periodo de tiempo.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Adverso muy moderado**
En este caso se refiere a las posibles interrupciones del tránsito vehicular a consecuencia del traslado de la maquinaria y equipos que dará servicio a la obra, estas acciones serán temporales de muy corta duración y cesarán al concluir esta etapa del proyecto, por lo cual el impacto resultó ser adverso muy moderado	
Acción	**Manejo y disp. Productos de desmontes y despalmes**
Factor	**Suelo**
Componente	**estructura**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los residuos generados por el desmonte y despalme serán almacenados, transportados y dispuestos en sitios autorizados, utilizando vehículos adecuados que eviten su dispersión. Aquellos materiales no aprovechables se trasladarán oportunamente desde almacenes temporales al banco de desperdicios correspondiente. Todo el proceso se realizará conforme a la normativa ambiental vigente, evitando afectaciones al suelo derivadas de una disposición inadecuada.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los materiales del desmonte y despalme se clasifican como tipo A, correspondientes a suelo altamente orgánico con un espesor máximo de 40 cm. Estos residuos serán transportados en vehículos adecuados, con cajas cerradas y cubiertos con lonas, hacia sitios de disposición autorizados por la Secretaría. Su manejo se apegará a la normativa ambiental vigente, evitando impactos negativos en la calidad del suelo por una disposición inadecuada.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Adverso muy moderado**
En este punto, el manejo y disposición final de los productos de desmonte y despalme de manera inadecuada, de acuerdo con lo establecido por la normatividad, podría ocasionar que este material	

quedara expuesto a los agentes erosivos en los sitios de disposición, generando procesos erosivos principalmente hídricos que se extendieran más allá del área utilizada para su disposición; por lo que el impacto resulto adverso muy moderado.

Los impactos significativos en general son irreversibles y a largo plazo y solo se pueden minimizar a través de una correcta ubicación de los sitios de establecimiento de cada una de las estructuras. La optima selección del trazo, una planeación y diseño adecuados, soportados en estudios geotécnicos, geohidrológicos, de vegetación, fauna y de uso de suelo para que el proyecto sea compatible con los recursos naturales del sitio de su establecimiento.

Con respecto a los impactos no significativos, estos en general serán temporales, de corta duración y reversibles, restableciéndose el ambiente mediante diversas medidas de mitigación durante la ejecución de las actividades y una vez que se termina la fase de preparación del sitio.

Tabla IV. 14. Descripción de impactos en la etapa de construcción.

CONSTRUCCIÓN

Descripción de impactos identificados y evaluados

Para la etapa de CONSTRUCCIÓN se obtuvieron 47 impactos, de los cuales 17 se consideran positivos (benéficos) y 30 negativos (adversos)

Etapa	**Construcción**
Acción	**Contratación de personal**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Empleo**
Impacto	**Benéfico Muy Moderado.**
Durante la etapa de construcción se requería de la contratación de personal de los distintos niveles y para las labores más especializadas que para la etapa anterior, el impacto se calificó de muy moderado, ya que la contratación será de forma temporal.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Economía Local**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Se prevé una derrama económica temporal en las localidades y comercios cercanos al proyecto a lo largo de la trayectoria, principalmente por los requerimientos de los trabajadores de la obra, que se traducen en consumo de alimentos, alquiler de viviendas, trasporte del personal hacia las	

zonas de trabajo, la venta de equipos de seguridad, materiales para la construcción, etc.; beneficiando al municipio de Múgica. Esta actividad económica se presentará de manera temporal e inmediata, durará lo indicado en el programa de trabajo. Este impacto, si bien beneficiará en alguna medida en el área de influencia, no marcará una influencia determinante como generador de derrama económica en los dos municipios en que incidirá.

El impacto se califica de muy moderado, dado que los beneficios se presentarán de manera temporal y local.

Acción	**Excavación**
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso Muy Moderado.**

Según datos de la U.S. Environmental Protection Agency, durante la etapa de construcción, la maquinaria generará niveles de ruido de hasta 90 dB(A), los cuales se atenúan con la distancia, volviéndose despreciables entre 150 y 945 m. Los impactos más significativos se concentran dentro de un radio de 150 m, considerado como área de influencia directa. En general, el impacto es adverso, intermitente, de corta duración y de intensidad moderada.

Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**

Los impactos adversos para este factor son los generados por la operación de maquinaria, equipos y vehículos de la obra, así como por el manejo de materiales a granel y productos de excavaciones que generarán polvos, acciones que tendrán efectos negativos sobre la calidad del aire y eventualmente en el microclima, dada la emisión de gases, partículas, y ruidos, el efecto sin embargo es moderado, parcial ya que se circunscribe al área del proyecto y por realizarse las actividades al aire libre.

Será un impacto adverso muy moderado, temporal de corta duración, intermitente y cesará al término de las actividades de esta etapa.

Factor	**Suelo**
Componente	**Estructura**
Impacto	**Adverso muy moderado**

Durante las actividades de excavación en la construcción se perderá y/o modificará la estructura del suelo afectando la capa superficial original como consecuencia de la remoción del suelo en los sitios destinados al desplante y construcción de las obras de cimentación de estructuras, por

tratarse de acciones puntuales dentro del derecho de vía, el impacto resultante es de tipo adverso moderado, irreversible en los sitios de asentamiento de las estructuras ya que implica remover volúmenes importantes de suelo.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante las obras de excavación se tendrá expuesto el suelo durante un corto tiempo, por lo cual las secciones del trazo que se estén trabajando en estas labores podrán estar expuestas a procesos erosivos en tanto se concluya esta etapa (de construcción), impacto adverso muy moderado, irreversible, mitigable. En diversos sitios de excavaciones se generarán taludes que estarían expuestos a procesos erosivos, sobre todo en zonas de topografía accidentada.	
Factor	**Relieve**
Componente	**Taludes**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la construcción, los efectos de las actividades de excavaciones, cortes y en general movimientos de tierras generarán impactos sobre el relieve actual del terreno, particularmente en las áreas de afectación dentro del derecho de vía, impacto que se manifestará físicamente con la formación de taludes en las áreas intervenidas a lo largo de la trayectoria. Estas actividades son estrictamente necesarias para alcanzar los niveles determinados para otorgar a la autopista las pendientes de proyecto. El impacto ha sido determinado y evaluado como adverso moderado, determinando esta categoría por la geomorfología general del trayecto, en el que se realizaran cortes y terraplenes para ampliar la autopista (sobre todo en la parte sur del proyecto), acciones que no implican modificaciones substanciales, siendo estas adicionales a las generadas durante la construcción de la actual autopista.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Escurrimientos**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Sobre éste factor en general, los impactos serán adversos muy moderados, al no existir corrientes permanentes o cuerpos de agua que pudieran ser afectados de manera permanente, tampoco se alterará la dirección del drenaje superficial definido por las condiciones actuales de la autopista, ni se modificará la dirección de los cauces receptores de los escurrimientos superficiales dentro del	

predio del proyecto. Cabe mencionar que a lo largo de la autopista los escurrimientos incidentes en alcantarillas y otras obras de drenaje se afectarán de forma mínima y temporal al prolongarse las obras e instalaciones que los conducen y protegen, para dar cabida a los dos carriles adicionales que se habrán de construir.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante esta etapa de construcción se presentará un impacto sobre este factor ambiental consistente en el incremento de sólidos suspendidos por el arrastre de algunos materiales sueltos provenientes de las excavaciones y manejo de materiales a granel que lleguen a drenes naturales o escurrimientos. Impacto adverso muy moderado que se presentaría en caso de arrastre principalmente por la lluvia y eventualmente por el viento. Existirá el riesgo de depósito directo en algunos escurrimientos canalizados en drenes, y alcantarillas que se adecúen para dar cabida a los carriles adicionales, este impacto cesará al termino de las actividades de construcción.	
Factor	Paisaje
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Al realizarse las actividades de excavación a lo largo de la trayectoria de la autopista se generarán alteraciones en la constitución topográfica original del sitio con la implementación de una obra ajena al ecosistema natural existente en esta porción del derecho de vía. Esta obra adyacente a la existente hará más patente la presencia de este elemento antrópico. De acuerdo con lo anterior, el impacto identificado se considera de tipo bajo, adverso muy moderado, no mitigable, local, permanente, no significativo e irreversible.	
Acción	**Cortes y terraplenes**
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso Muy Moderado.**
Según datos de la U.S. Environmental Protection Agency, durante la etapa de construcción, la maquinaria generará niveles de ruido de hasta 90 dB(A), los cuales se atenúan con la distancia, volviéndose despreciables entre 150 y 945 m. Los impactos más significativos se concentran dentro de un radio de 150 m, considerado como área de influencia directa. En general, el impacto es adverso, intermitente, de corta duración y de intensidad moderada.	
Factor	**Aire**

Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los impactos adversos para este factor serán los generados por la operación de maquinaria, equipo y vehículos de la obra, así como por los usuarios de la autopista mientras dure el proceso de construcción, acciones que tendrán efectos negativos sobre la calidad del aire, dada la emisión de gases y partículas, el efecto sin embargo es moderado, parcial ya que se circunscribirá al área del proyecto y ocasionalmente en un entorno estimado de hasta 150 metros. Por realizarse las actividades al aire libre, y por las condiciones particulares del sitio del proyecto, en donde los vientos inciden frecuentemente las emisiones se dispersarán rápidamente. Durante la construcción, la calidad del aire se verá afectada en grado mínimo por la emisión de partículas generadas por la operación de la maquinaria, equipo y vehículos de la obra entre otros; es un impacto adverso muy moderado, temporal y cesará al término de las actividades.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Estructura**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Debido a las actividades de cortes y terraplenes durante la construcción se modificará inevitablemente la estructura del suelo afectando la capa superficial original como consecuencia de la remoción del suelo en las áreas de afectación con un volumen de consideración en las áreas destinadas a las obras de ampliación dentro del derecho de vía, el impacto resultante es de tipo adverso moderado, irreversible, permanente.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la ejecución de cortes y terraplenes necesarios para la construcción del proyecto se tendrá expuesto el suelo durante un corto tiempo, de acuerdo con el avance de los frentes de trabajo, por lo cual las secciones del trazo que se estén trabajando en estas labores podrán estar expuestas a procesos erosivos en tanto se concluya esta etapa (de construcción). La creación de cortes y terraplenes en la trayectoria creará áreas con pendientes importantes que al quedar desprovistas de cubierta vegetal estarán en riesgo de sufrir procesos erosivos. Impacto adverso muy moderado por tratarse de superficies relativamente pequeñas, aplican medidas de mitigación.	
Factor	**Relieve**
Componente	**Taludes**
Impacto	**Adverso muy moderado**

Durante la construcción, la generación de taludes por cortes y terraplenes tendrá efectos adversos sobre el relieve. Considerando la geomorfología general del trayecto que presenta elevaciones medianas y muy pocas depresiones que ameriten terraplenes de dimensiones sobresalientes para el alojo de la ampliación de la obra en proyecto y que a lo largo de la actual trayectoria ya existen una serie de taludes bastante evidentes, las acciones para la ampliación no implicarán modificaciones substanciales del relieve, mediante cortes o remoción de grandes volúmenes de materiales. Este será un impacto directo, permanente e irreversible sobre el relieve.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Escurrimientos**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Sobre éste factor en general, los impactos son adversos muy moderados, al no existir corrientes permanentes o cuerpos de agua que pudieran ser afectados, tampoco se alterará la dirección del drenaje superficial definido por las condiciones actuales de la autopista, ni se modificará la dirección de los cauces receptores de los escurrimientos superficiales dentro del derecho de vía. Cabe hacer la aclaración de que todos los escurrimientos incidentes en el actual trazo han sido canalizados y protegidos por obras de drenaje y alcantarillado y que estas obras se prolongarán y adecuarán para dar cabida a los dos carriles adicionales de la ampliación de la autopista.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
La ejecución de cortes y terraplenes, así como la adecuación de las obras de drenaje y alcantarillado existentes para dar alojo a la ampliación en proyecto generarán arrastres y depósito de polvos y restos de materiales que ocasionarán de Incremento de sólidos suspendidos por los arrastres provenientes de los cortes que lleguen a drenes naturales y cuerpos de agua. Impacto adverso muy moderado cesará al termino estas actividades y a la conclusión de la obra.	
Factor	**Paisaje**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Al realizar las actividades de cortes y terraplenes se crearán alteraciones en la constitución original del paisaje puntual del sitio, con la implementación de una obra adyacente a la existente que ampliará en alguna medida los cortes y terraplenes existentes, de acuerdo con lo anterior, el impacto identificado se considera de tipo bajo, adverso muy moderado, no mitigable, local, permanente, no significativo e irreversible.	

Acción	**Manejo y disp. Productos de excavación**
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Según datos de la U.S. Environmental Protection Agency, durante la etapa de construcción, la maquinaria generará niveles de ruido de hasta 90 dB(A), los cuales se atenúan con la distancia, volviéndose despreciables entre 150 y 945 m. Los impactos más significativos se concentran dentro de un radio de 150 m, considerado como área de influencia directa. En general, el impacto es adverso, intermitente, de corta duración y de intensidad moderada.	
Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los impactos adversos sobre este factor serán los generados por la operación de maquinaria, equipo y vehículos, acciones que tendrán efectos negativos sobre la calidad del aire y eventualmente en el microclima, dada la emisión de gases, partículas, y ruidos, el efecto sin embargo será moderado, parcial ya que se circunscribirá al área del proyecto dentro del derecho de vía y en el entorno inmediato. Por realizarse las actividades al aire libre, las emisiones se dispersarán rápidamente considerando la incidencia de vientos frecuentes en toda la trayectoria del proyecto. Durante la construcción, la calidad del aire se verá afectada por la emisión de partículas por la operación de la maquinaria, equipo y vehículos de la obra, entre otros; es un impacto adverso muy moderado, temporal de corta duración que cesará al término de las actividades.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Estructura**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la etapa de construcción el manejo y disposición de los productos de los cortes podrían generar impactos adversos sobre el suelo y su estructura en los sitios de depósito temporal y manejo, así como en los de disposición final, de no tomarse las medidas necesarias para su prevención. Por lo que dichos residuos se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, siempre en coordinación estrecha con las autoridades municipales correspondientes de Múgica. Impacto directo en las áreas del proyecto dentro del derecho de vía y en los sitios de disposición final, temporal en los sitios de manejo y permanente en los sitios de disposición final.	

Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la etapa de construcción el manejo y disposición de los productos de cortes podrían generar impactos adversos sobre el suelo alterando adversamente su calidad en los sitios de depósito temporal y manejo, así como en los de disposición final, de no tomarse las medidas necesarias para su prevención. Por lo que dichos residuos se cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, siempre en coordinación estrecha con las autoridades municipales correspondientes de Múgica. Impacto directo en las áreas del proyecto dentro del derecho de vía y en los sitios de disposición final, temporal en los sitios de manejo y permanente en los sitios de disposición final.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
En este punto, el manejo y disposición final de los productos de corte de manera adecuada, de acuerdo con lo establecido por la SEMARNAT y en coordinación con las autoridades del municipio de Múgica, podría ocasionar que este material arropara suelos expuestos a los agentes erosivos en los sitios de disposición final, por lo que el impacto resulto benéfico muy moderado.	
Factor	**Relieve**
Componente	**Taludes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
La disposición final de los productos de excavación, utilizándose como arrope de taludes y áreas desprovistas de vegetación, resultará en un impacto que ha sido evaluado como benéfico muy moderado.	

Acción	**Cimentación de puentes PIV y PSV´s**
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante las actividades de cimentación de puentes, PIV y PSV´s, se considera que los efectos de ruido de la maquinaria que se utilizará para las excavaciones, manejo, traslado y aplicación de materiales producirán niveles de 70 db (A) a 90 db (A), según datos de la U.S. Environmental Protection Agency; por lo que se considera que durante esta etapa, el nivel de ruido producido por la maquinaria y equipos en un radio de 150 metros se identifique como el área de influencia	

directa en lo relativo a ruido. Entre los 150 y 945 metros el ruido se disipa hasta alcanzar un nivel perceptible despreciable. Dado el rango de tiempo en el que se empleará la maquinaria y equipos, el impacto resultante será inevitable, temporal de corta duración, intermitente, adverso muy moderado y cesará al concluir las actividades de construcción.	
Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los impactos adversos sobre el factor aire serán los generados por la operación de la maquinaria, equipos y vehículos de la obra durante las actividades de cimentación de estructuras en PIV y PSV´s, emisiones que tendrían efectos negativos sobre la calidad del aire, dada la emisión de gases, partículas, y ruidos, el efecto sin embargo será moderado, ya que se circunscribe al área del proyecto; por realizarse las actividades al aire libre, las emisiones se dispersarán rápidamente, considerando la frecuente incidencia de vientos en toda la trayectoria de la autopista en proyecto. Durante esta etapa de construcción, la calidad del aire se verá afectada en alguna medida por las emisiones; será un impacto evaluado como adverso muy moderado, temporal, intermitente, de corta duración y cesará al término de las actividades.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Estructura**
Impacto	**Adverso moderado**
Por la realización de estas actividades se presentará un impacto sobre la estructura del suelo ya que, de inicio se removerá la capa superficial u horizonte A, capa fértil que sustenta la cubierta vegetal, la modificación o alteración se tornará irreversible al realizarse las excavaciones y construirse los elementos de cimentación introduciéndose materiales que modificarán la estructura del suelo. Impacto muy moderado ya que será puntual su efecto en las superficies de afectación en pasos superiores e inferiores vehiculares PSV y PIV´s, así como en entronques dentro del DDV. Impacto permanente, irreversible.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Las actividades de cimentación generarán impactos en el suelo alterando su calidad ya que éste al ser removido y manejado para su aplicación en rellenos, terraplenes o dispuesto en bancos sufrirá alteración en su calidad. El suelo también podría ser contaminado por el vertido de residuos de materiales de construcción o contaminantes como combustibles, lubricantes, solventes que se manejen sin precaución; por lo que resulta recomendable que el producto de despalmes se	

seleccione y almacene con la finalidad de alterar lo menos su calidad y poder ser reutilizado. Este impacto se presentaría como directo, temporal, de corta duración, ocasional, que ha sido evaluado como adverso muy moderado.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Erosión**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante las obras de cimentación se tendrá expuesto el suelo durante un corto tiempo, de acuerdo con los frentes de trabajo en los sitios de localización de los pasos inferiores y superiores vehiculares, por lo cual las secciones del trazo que se estén trabajando en estas labores podrán estar expuestas a procesos erosivos en tanto se concluya esta etapa (de construcción). Impacto adverso muy moderado, temporal de corta duración, cesará al concluir las actividades de construcción.	
Factor	**Relieve**
Componente	**Taludes**
Impacto	**Adverso moderado**
El impacto generado con las excavaciones para la cimentación de puentes, PIV y PSV´s será puntual en estos sitios a lo largo del proyecto en la confluencia con otras carreteras y vialidades. Impacto que ha sido evaluado como adverso muy moderado, ya que se modificarán las condiciones del relieve del suelo generando taludes adyacentes a las bases de la cimentación, sobre todo en los laterales de los estribos y rampas.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Escurrimientos**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Sobre éste factor en general, los impactos son adversos muy moderados, al no existir corrientes permanentes o cuerpos de agua que pudieran ser afectados, tampoco se alterará la dirección del drenaje superficial definido por las condiciones actuales de la autopista, ni se modificará la dirección de los cauces receptores de los escurrimientos superficiales de las carpetas asfálticas dentro del predio o derecho de vía.	

Acción	**Construcción de obras de drenaje**
Factor	**Agua superficial**
Componente	**escurrimientos**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Por tratarse de la ampliación de una autopista ya construida y en operación, en la cual ya se han construido y han estado operando satisfactoriamente las diversas obras de drenaje como alcantarillas, cunetas, contracunetas, lavaderos y otras obras de drenaje, conforme a especificaciones de localización y dimensionamiento de las “Normas para construcción e instalaciones de carreteras y autopistas.- Estructuras y obras de drenaje, de la SCT, las nuevas obras consistirán en la ampliación y acondicionamiento de éstas para dar cabida a los dos carriles adicionales planeados, obras que deberán apegarse a los patrones de drenaje natural, es decir, evitar la desviación o interrupción de las corrientes superficiales, por lo cual el impacto resultó evaluado como benéfico muy moderado.	
Acción	**Construcción de bases y sub bases en ampliaciones**
Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Esta actividad es una de las que implica mayor persistencia en el área del proyecto, porque es un impacto permanente de forma lineal, con una intensidad alta en el largo plazo sobre las características y propiedades del suelo, básicamente por la modificación de los usos actuales y las condiciones naturales del área de ampliación del trazo. Estas actividades significarán una alteración definitiva al sustituirse el suelo por la subestructura de la ampliación de la autopista, lo cual generará impactos adversos muy moderados en el mediano y largo plazo.	
Factor	**Agua subterránea**
Componente	**Infiltración**
Impacto	**Adverso muy moderado**
La construcción de bases y sub bases como parte de la estructura de la autopista en sus áreas de ampliación, modificará las condiciones de permeabilidad de manera permanente, lo cual generará impactos a largo plazo, en la superficie de ampliación de la actual autopista y en las áreas de adecuación de los entronques. Impacto evaluado como adverso muy moderado.	
Acción	**Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica**
Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**

Esta actividad, complementaria de la anterior, son las que implican mayor persistencia en el área del proyecto, porque es un impacto permanente de forma lineal, con una intensidad alta en el largo plazo sobre las características y propiedades del suelo impermeabilizándolo, básicamente por la modificación del uso actual y alterando de manera radical las condiciones naturales en el área de ampliación, lo cual genera impactos adversos muy moderados en el mediano y largo plazo. Impacto evaluado como adverso muy moderado.	
Factor	**Agua subterránea**
Componente	**Infiltración**
Impacto	**Adverso muy moderado**
La aplicación de la carpeta asfáltica y/o hidráulica, la cual sella la base y subbase, modificará las condiciones de permeabilidad de manera permanente, lo cual genera impactos a largo plazo, sobre todo en la superficie de ampliación de la actual autopista impidiendo la infiltración y generando escurrimientos que habrán de ser canalizados hacia cunetas y drenes naturales o artificiales. Este impacto que se dará a lo largo del trazo de la ampliación se evalúa como adverso muy moderado.	
Acción	**Parapetos protecciones y señalamientos**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Las actividades de instalación y construcción de estos componentes de la autopista permitirán ofrecer al usuario un tránsito seguro y con la garantía de contar con elementos que en caso de falla mecánica o cualquier causa de descontrol se cuente con un sistema que resguardará su seguridad. El sistema de señalización informativa, preventiva y restrictiva complementará en todo caso el tránsito seguro al contar con indicadores de sitios o lugares de destino o enlace; se prevendrá de cualquier cambio de las condiciones del camino, presencia de sitios o elementos que representen obstáculos, pendientes, cambios de dirección, curvas o riesgos; y se conocerá de los límites de velocidad, cruces, entronques, entre otros. Lo anterior representará un impacto positivo inmediato, la colocación de estos señalamientos es de carácter benéfico permanente muy moderado.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
La construcción e instalación de estos elementos permitirá ofrecer al usuario una mayor	

expectativa informativa durante su recorrido a través de la autopista, contando con elementos de seguridad como elementos integrales de la misma y con el sistema de señalización informativa, preventiva y restrictiva se darán los elementos necesarios para que los usuarios tengan en todo momento de sus trayectorias la seguridad de sus maniobras para acceder con certeza a los destinos deseados; permitiendo que en toda la trayectoria de la autopista en proyecto el tránsito vehicular sea fluido, ágil y seguro, evitando en todo caso la ocurrencia de accidentes viales. Este será un impacto positivo permanente durante la vida útil de la autopista.

Acción	**Aplicación de acciones de protección ambiental**
Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico moderado**

Durante la etapa de construcción, se realizarán las diversas acciones de protección ambiental referentes al proyecto, en este caso referentes al factor aire, entre las principales se encuentran:

- ✓ Queda prohibida la quema del producto derivado del desmonte, así como de cualquier residuo sólido generado en el sitio, durante las diferentes etapas, lo anterior en concordancia con los criterios ambientales dispuestos en la legislación vigente.
- ✓ Los vehículos automotores y maquinaria y equipos que se utilicen deberán contar con sus aditamentos anticontaminantes (filtros, silenciadores, etc) y debidamente afinados para evitar en lo posible emisiones a la atmósfera.
- ✓ Las actividades que produzcan niveles de ruido por encima de los 90 db y que a su vez sean un elemento adverso en cuanto a imagen visual, deberán dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad vigente. La supervisión de la obra deberá solicitar las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria y equipos para verificar que su estado de operación sea el óptimo, restringiendo el uso de los que incumplan esta condición.
- ✓ Los servicios de comedor y baño de los trabajadores en los frentes de trabajo deberán contar con sistemas de control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- ✓ Para las actividades de transporte, manejo y acarreo de materiales a granel e insumos a aplicar en la obra en esta etapa, se deberá realizar su humedecimiento, acción que se deberá aplicar también en los caminos de operación para evitar la generación de polvos, también se deberán cubrir con lonas los compartimientos de carga de los camiones de traslado de materiales para evitar su dispersión.

Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**

Impacto	**Benéfico muy moderado**
Quedarán estrictamente prohibidas en los frentes de trabajo las actividades de mantenimientos preventivos referentes a los cambios de aceite y actividades de reparaciones mecánicas mayores, estas deberán ser realizadas en los talleres de las constructoras o de las arrendadoras. Los servicios de comedor y baño de los trabajadores en las áreas respectivas deberán contar con sistemas de acopio, manejo y control de desechos que pudieran generar la contaminación del suelo y consecuentemente del agua. En los sitios de manejo de combustibles, solventes, pinturas, lubricantes y otros productos contaminantes se deberá contar con sistemas de control de derrames que pudieran incidir en el suelo.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
La aplicación de las acciones de protección tendrá como uno de sus principales objetivos el cuidado de los escurrimientos superficiales existentes en la trayectoria de la autopista, las acciones de protección estarán encaminadas a proteger la calidad del agua durante la etapa de construcción del proyecto en todas las áreas que se utilicen para el proyecto. En el proyecto ejecutivo se deberán tomar en cuenta todos y cada uno de los escurrimientos naturales que actualmente inciden a lo largo del trazo carretero para integrarlos en la planeación de obras de drenaje.	
Factor	**Agua subterránea**
Componente	**Infiltración**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
En el proyecto constructivo habrán de tomarse en cuenta todas las áreas de afectación, así como cada uno de los escurrimientos naturales que actualmente inciden en distintos sitios del trazo carretero para considerarlos en la planeación integral de y obras de drenaje y protección. Con estas acciones se protegerán las áreas de infiltración y las corrientes intermitentes.	
Factor	**Flora**
Componente	**Cubierta vegetal**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Programa de rescate de flora. El programa se basa en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y quedará dispuesto al personal del área ambiental de la obra y a las autoridades correspondientes para su seguimiento y	

contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- ✓ Lista de especies susceptibles de rescate que incluyan su nombre científico (en este caso no se contemplan acciones de rescate de especies de flora)
- ✓ Descripción de la metodología que se llevará a cabo
- ✓ Programa calendarizado de las actividades que se llevarán a cabo
- ✓ Planeación estratégica de comunicación y vinculación con la SEMARNAT y las instancias locales
- ✓ Especificaciones de las áreas de intervención y manejo de flora, indicándose en todo caso las acciones específicas por unidad de vegetación.
- ✓ Área de atención y de rehabilitación de la cubierta vegetal.
- ✓ Estrategias de monitoreo y seguimiento, indicándose las instancias de responsabilidad.

Factor	**Flora**
Componente	**Diversidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Programa de reforestación.

Esta actividad se iniciará antes de la concluir las obras civiles y permitirá compensar el deterioro ecológico que se ocasionaría durante la construcción de la obra para lo cual se considerarán los siguientes aspectos:

- ✓ Donde existan taludes y demás superficies afectadas
- ✓ Donde existieran problemas presentes o potenciales de erosión
- ✓ Los sitios donde se hallan establecido las instalaciones de apoyo

Se señalan algunas particularidades de los procedimientos que se llevarán a cabo en las áreas programadas para las actividades de reforestación:

a) Especies a utilizar.

Las nativas descritas en la presente manifestación, considerando el estatus indicado en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Y se elegirán considerando la vegetación autóctona que originalmente ocupó el lugar, condiciones edáficas y topografía del sitio, entorno paisajístico y uso social del lugar.

b) . Densidad de plantación.

Para el caso de los árboles y de acuerdo a la lista se manejará una densidad de 7 m^2 por árbol; los arbustos, especies xerófitas y matorrales espinosos se colocarán estratégicamente en los espacios abiertos a razón de 2 a 3 m^2 por plántula.

c) Técnica de plantación.

Se retirará la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea; con la ayuda de machete y gancho se chapea y hace despiedre; al ser cortada se harán trozos pequeños manualmente o con ayuda de

maquinaria con el fin de transportar los desechos al área destinada a almacenamiento y resguardo de la tierra vegetal para así aumentar la posibilidad de generar composta.

Con la finalidad de aprovechar al máximo el espacio durante las plantaciones, se usará la técnica de tresbolillo para asegurar el crecimiento óptimo de los ejemplares; en el caso de los árboles y arbustos se evitará con la plantación una competencia de nutrientes, y se asegure la sobrevivencia de los mismos. Los sitios de ubicación final de las plantas una vez preparado el sitio de plantación o cepas, que se recomienda sean de 60 x 60 x 40 cm, y riego abundante en los primeros días para asegurar su establecimiento.

Se colocarán tutores para evitar que las plantas sean dañadas por el viento, y así lograr un crecimiento adecuado.

d) Técnicas de retención

La retención y manejo del suelo se dará con la cubierta vegetal propuesta tanto rasante como leñosa, lo cual permitirá la filtración del agua pluvial al subsuelo, enriqueciendo su potencial productivo además de evitar el desplazamiento o arrastre del suelo.

e) Recursos

El Personal para la realización de estas labore consistirá en: 1 Ingeniero forestal, 2 biólogos, 20 peones, 2 veladores.

Equipo. Se contará con las herramientas necesarias como: picos, palas, rastrillos, escobas, bieldo y carretilla, tijeras de podar, regaderas manuales; equipo de protección personal como: guantes, botas, cubrebocas, gorras. Se contará también con Vehículos de 3.5 toneladas y maquinaria para manejo de sustratos y plantas, así como 3 Camionetas Pick up para labores de traslado de personal logística y supervisión, además de 1 camión de volteo.

f) Época de reforestación

Se establecerá en función al programa de obra y avance de los frentes de trabajo, buscando coincidencias con la época de lluvias para asegurar la sobrevivencia de las especies. Sin embargo, se considerarán tres años de seguimiento y mantenimiento como mínimo posteriores a la terminación de la plantación en cada área.

Cabe señalar que, de requerirse el establecimiento de un vivero para la propagación y obtención de las plantas, la promovente tramitará los permisos correspondientes en materia de vida silvestre que otorgan las autoridades.

Factor	**Flora**
Componente	**Especies bajo algún estatus**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Programa de rescate de flora.

El programa se basa en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y quedará dispuesto al

personal del área ambiental de la obra y a las autoridades correspondientes para su seguimiento y contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- ✓ Lista de especies susceptibles de rescate que incluyan su nombre científico (en este caso no se contemplan acciones de rescate de especies de flora)
- ✓ Descripción de la metodología que se llevará a cabo
- ✓ Programa calendarizado de las actividades que se llevarán a cabo
- ✓ Planeación estratégica de comunicación y vinculación con la SEMARNAT y las instancias locales
- ✓ Especificaciones de las áreas de intervención y manejo de flora, indicándose en todo caso las acciones específicas por unidad de vegetación.
- ✓ Área de atención y de rehabilitación de la cubierta vegetal

Estrategias de monitoreo y seguimiento, indicándose las instancias de responsabilidad.

Factor	**Fauna**
Componente	**Hábitat**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Mediante la aplicación del Programa de Reforestación se estará previniendo la ocurrencia de daños excesivos a la cubierta vegetal, asimismo, se estarán dando los lineamientos de regeneración necesarios para los distintos estratos vegetales para cada unidad de vegetación presente a lo largo de la trayectoria del proyecto. Estas actividades protegerán el hábitat de la fauna local. Durante todo el proceso se seguirán estrategias de monitoreo y seguimiento, indicándose las instancias de responsabilidad.

Factor	**Fauna**
Componente	**Especies protegidas**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Programa de rescate de fauna.

El programa se basará en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y quedará a disposición de las autoridades del área ambiental de la obra y contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- ✓ Lista de especies susceptibles de rescate que incluyan su nombre científico
- ✓ Descripción de la metodología que se llevara a cabo
- ✓ Programa calendarizado de las actividades que se llevarán a cabo
- ✓ Planeación estratégica de comunicación y vinculación con la SEMARNAT y autoridades locales.
- ✓ Especificaciones de las áreas de intervención, técnicas de almacenamiento temporal y

manejo de las especies rescatadas ✓ Área de reubicación de los individuos ✓ Estrategias de monitoreo y seguimiento	
Factor	**Paisaje**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Durante el proceso de construcción será posible iniciar la aplicación de algunas medidas, particularmente las relativas a la regeneración de la cubierta vegetal, ya que este factor es uno de los más relevantes en el aspecto paisajístico; estas acciones estarán especificadas en el programa de reforestación que mediante su aplicación complementarán y mejorarán el marco escénico de la autopista, matizando y minimizando el impacto visual que la presencia de las nuevas obras ocasionarán como un impacto inevitable.	

Operación y mantenimiento.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Descripción de impactos identificados y evaluados

Para la etapa de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO se obtuvieron 26 impactos, de los cuales 23 se consideran positivos (benéficos) y 03 negativos (adversos)

Tabla IV. 15. Descripción de impactos en operación y mantenimiento.

Acción	**Contratación de personal**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Empleo**
Impacto	**Adverso Muy Moderado.**
La etapa de operación y mantenimiento sí tendrá un impacto benéfico desde el punto de vista económico, puesto que se contratará personal para que opere y de mantenimiento a la autopista, durante la vida útil del proyecto, en esta etapa el número de personas a contratar será mucho menor que en las otras etapas, por lo cual el impacto resulta benéfico muy moderado.	
Acción	**Puesta en operación**
Factor	**Aire**
Componente	**Nivel sonoro**
Impacto	**Adverso Muy Moderado.**

En este factor los impactos producidos por la circulación vehicular se deberán principalmente a la generación de ruido por los motores de combustión interna. Por lo que se consideran efectos adversos muy moderado, permanentes dependiendo del grado y nivel de tráfico, las emisiones de ruido alcanzaran los 100 m y podrán ser reducidas dependiendo de las barreras físicas existentes a lo largo del trazo, lo cual representaría impactos de poca magnitud por ser zonas abiertas.	
Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Los impactos producidos por la circulación vehicular se deberán principalmente a la generación de emisiones de gases por los motores de combustión interna. Por lo que se consideran efectos adversos muy moderado, permanentes dependiendo del grado y nivel de tráfico, las emisiones de gases podrán ser dispersadas dependiendo de las condiciones atmosféricas, lo cual representaría impactos de poca magnitud por ser zonas abiertas	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Adverso muy moderado**
Durante la operación del proyecto, el incremento de la cita asfáltica de esta vialidad permitirá poder contar con una mayor capacidad vehicular e incrementar el riesgo de accidentes, lo cual resulta ser un impacto de carácter adverso muy moderado, ya que actualmente esta vialidad presenta una demanda importante.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Economía local**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Durante la operación del proyecto, el incremento del aforo de esta vialidad permitirá poder contar con una mayor captación de ingresos en los sitios de destino, lo cual resulta ser un impacto de carácter benéfico muy moderado, ya que actualmente el destino es Nueva Italia.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
El incremento en la demanda de la autopista permitirá poder contar con una mayor captación de ingresos al promovente, lo cual resulta ser también un impacto de carácter benéfico muy moderado.	
Acción	**Limpieza y chaponeo**

Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
El mantenimiento para garantizar la limpieza del material producto de la conformación de terraplenes y taludes, así como el chaponeo, resulta ser benéfico muy moderado, con gran incidencia en la carpeta de rodamiento de manera significativa y que se reflejaría en forma inmediata, lo cual resulta ser positivo ante los aspectos de seguridad de los usuarios. Las áreas verdes garantizarán los impactos positivos ante la apariencia visual y arquitectura paisajística de la carpeta asfáltica con su entorno.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Por considerarse como una actividad precautoria de gran importancia, dado que su mantenimiento evitaría situaciones inseguras para los conductores; la limpieza de la carpeta asfáltica y el chaponeo del derecho de vía permitirá un flujo vehicular con mayor seguridad.	
Acción	**Mantenimiento de estructuras**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Por considerarse como una actividad preventiva de gran importancia, dado que su mantenimiento evitaría situaciones inseguras para los conductores; el mantenimiento de estructuras permitirá evitar accidentes.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Por considerarse como una actividad preventiva de gran importancia, dado que su mantenimiento evitaría situaciones inseguras para los conductores, el mantenimiento de estructuras permitirá un flujo vehicular con mayor seguridad.	
Acción	**Mantenimiento a carpetas**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Dentro de este rubro se considera el impacto benéfico muy moderado a las actividades previstas por el mantenimiento de la carpeta, las cuales consistirán en el tendido y planchado de material de asfalto prefabricado para la reparación de baches y agrietamientos con aditivos, cuidando que previo al relleno la superficie descubierta por la excavación o socavación quede debidamente compactada al 100% para colocarle un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica. Otra actividad de mantenimiento será mediante un rallado de la superficie cuando la afectación de la carpeta asfáltica no se mejore con el bache y repavimentando la superficie de rodamiento mediante la renivelación del pavimento existente. De cualquier forma, los impactos generados serán benéficos en el corto y mediano plazo, en donde el grado de significancia positivo dependerá de la eficiencia de los programas de mantenimiento preventivo que realice el promovente.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Esta actividad permitirá ofrecer al usuario una mayor seguridad, por tanto, un flujo vehicular fluido, durante su recorrido en la autopista, lo cual representa un impacto benéfico muy moderado e inmediato, no obstante, la afectación por las reparaciones, las cuales se efectuarán en la carpeta asfáltica, procurando que no interfieran en las condiciones de seguridad y de tránsito en la misma.	
Acción	**Atención a emergencias**
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Riesgos de accidentes**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
El promovente cumplirá con la normativa vigente que tienen como propósito el continuar estableciendo medidas necesarias de seguridad con la política de garantizar el bien común de los usuarios de las vías generales de comunicación, dado que representa un beneficio económico para la sociedad en general.	
Factor	**Socioeconómico**
Componente	**Flujo vehicular**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
La atención de emergencias en la autopista y la restitución en el menor tiempo posible permitirá que el flujo vehicular se agilice en los tramos de la autopista que fueren afectados, impacto que resulta benéfico muy moderado, dado que en la autopista existente ya se tienen establecidos los planes de emergencia, que marca la ley, los reglamentos y normas para carreteras federales.	

Acción	**Aplicación de acciones de protección ambiental**
Factor	**Aire**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico moderado**
✓ Queda prohibida la quema del producto derivado del desmonte y de cualquier residuo sólido generado en el sitio, durante las diferentes etapas, lo anterior en concordancia con los criterios ambientales dispuestos en la legislación vigente. ✓ Los vehículos automotores y maquinaria que se utilice deberán contar con sus aditamentos anticontaminantes (filtros, silenciadores, etc) y debidamente afinados para evitar en lo posible emisiones a la atmósfera ✓ Las actividades que produzcan niveles de ruido por encima de los 90 db y que a su vez sean un elemento adverso en cuanto a imagen visual, deberán dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad vigente. ✓ Los servicios de comedor y baño de los trabajadores en el campamento deberán contar con sistemas de control de la contaminación del aire, agua y suelo. ✓ Para las actividades de transporte y acarreo de materiales e insumos derivados de esta etapa se deberá realizar el humedecimiento de los caminos de acceso para evitar la generación de polvos y se deberá cubrir con lonas los materiales de fácil dispersión.	
Factor	**Suelo**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
✓ Quedarán estrictamente prohibidas en los frentes de trabajo las actividades de mantenimientos preventivos referentes a los cambios de aceite y actividades de mecánicas mayores. ✓ Los servicios de comedor y baño de los trabajadores en el campamento deberán contar con sistemas de control de la contaminación del aire, agua y suelo.	
Factor	**Agua superficial**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
En el proyecto constructivo se deberán tomar en cuenta todos y cada uno de los escurrimientos naturales que actualmente fluyen a lo largo del trazo de la autopista para que queden integrados en la planeación integral de intercepción de corrientes y obras de drenaje.	

Factor	**Agua subterránea**
Componente	**Infiltración**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

En el proyecto constructivo se deberán tomar en cuenta todos escurrimientos naturales que actualmente fluyen a lo largo del trazo de la autopista para que queden integrados en la planeación integral de intercepción de corrientes y obras de drenaje.

Factor	**Flora**
Componente	**Cubierta vegetal**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Programa de rescate de flora.

El programa se basará en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- ✓ Lista de especies susceptibles de rescate que incluyan su nombre científico
- ✓ Descripción de la metodología que se llevara a cabo
- ✓ Programa calendarizado de las actividades que se llevarán a cabo
- ✓ Especificaciones del área de almacenamiento temporal de las especies rescatadas
- ✓ Área de reubicación de los individuos
- ✓ Estrategias de monitoreo y seguimiento

Factor	**Flora**
Componente	**Diversidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**

Programa de reforestación.

Esta actividad se iniciará antes de la concluir las obras y permitirá compensar el deterioro ambiental que se ocasionara durante la construcción de la obra para lo cual se considerarán los siguientes aspectos:

- ✓ Donde existan taludes y demás zonas afectadas
- ✓ Donde existan problemas de erosión
- ✓ Los sitios donde se hallan establecido los campamentos e instalaciones de apoyo

Se señalan algunas particularidades de los procedimientos que se llevaran a cabo en las áreas programadas donde se llevara a cabo las actividades de reforestación:

g) Especies por utilizar.

Las nativas descritas en la presente manifestación, considerando el estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Y se elegirán considerando la vegetación autóctona que originalmente ocupó el lugar, condiciones edáficas y topografía del sitio, entorno paisajístico y uso social del lugar

h) b. Densidad de plantación.

Para el caso de los árboles y de acuerdo con la lista se manejará una densidad de 7 m^2 por árbol; los arbustos, especies xerófitas y matorrales espinosos se colocarán estratégicamente en los espacios abiertos a razón de 2 a 3 m2 por plántula.

i) Técnica de plantación.

Se retirará la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea; con la ayuda de machete y gancho se chapea y hace despiedre; al ser cortada se harán trozos pequeños manualmente o con ayuda de maquinaria con el fin de transportar los desechos al área destinada a la tierra vegetal para así aumentar la posibilidad de generar composta.

Con la finalidad de aprovechar al máximo el espacio, se usará la técnica de tresbolillo para asegurar el crecimiento óptimo de los ejemplares; en el caso de los árboles y arbustos se evitará una competencia de nutrientes, y se asegura la sobrevivencia de los mismos. Los sitios de ubicación final de las plántulas una vez preparado el cepellón, se recomienda sean de 60 x 60 x 40 cm, y riego abundante en los primeros días para asegurar su establecimiento.

Se colocarán tutores para evitar que las plántulas sean dañadas por el viento, y así lograr un crecimiento adecuado.

j) Técnicas de retención

La retención y manejo del suelo se dará con la cubierta vegetal propuesta tanto rasante como leñosa, lo cual permitirá la filtración del agua pluvial al subsuelo, enriqueciendo su potencial productivo además de evitar el desplazamiento del suelo.

k) Recursos

El Personal consiste en tener 1 Ingeniero forestal, 2 biólogos, 20 peones, 2 veladores.

Equipo. Se contará con picos, palas, rastrillos, escobas, bieldo y carretilla, tijeras de podar, regaderas manuales, guantes, botas, cubrebocas, gorras. Vehículos y maquinaria. 3 camionetas Pick up,

1 camión de volteo

l) Época de reforestación

Se establecerá en función al programa de obra y avance, buscando la época de lluvias para asegurar la sobrevivencia de las especies. Sin embargo, se considerarán tres años como mínimo posteriores a la terminación de la obra.

Factor	**Flora**
Componente	**Especies bajo algún estatus**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Programa de rescate de flora	

Factor	**Fauna**
Componente	**Hábitat**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Programa de reforestación	
Factor	**Fauna**
Componente	**Especies protegidas**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Programa de rescate de fauna. El programa se basará en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y contendrá como mínimo los siguientes aspectos: ✓ Lista de especies susceptibles de rescate que incluyan su nombre científico ✓ Descripción de la metodología que se llevara a cabo ✓ Programa calendarizado de las actividades que se llevarán a cabo ✓ Especificaciones del área de almacenamiento temporal de las especies rescatadas ✓ Área de reubicación de los individuos ✓ Estrategias de monitoreo y seguimiento	
Factor	**Paisaje**
Componente	**Calidad**
Impacto	**Benéfico muy moderado**
Programa de reforestación.	

IV.5 Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos impactos que después de implementar medidas de mitigación de impacto ambiental, permanecen. Es decir, son los impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas de prevención control y corrección de los impactos generados por las actividades del proyecto. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, permiten mayor definición y análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiéndose como la

disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de bienes y servicios ambientales en la RE.

A partir de la identificación y evaluación de los impactos se separaron aquellos impactos que por sus características son considerados residuales, esto dado por sus atributos de:

- Persistencia (permanentes), que se entiende como una alteración de duración indefinida.
- Reversibilidad (largo plazo o no reversibles), que no son asimilados por los procesos naturales o solo después de un considerable largo plazo.
- Recuperabilidad (difícil). Es muy difícil de eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana.

Considerando los impactos ambientales con mayor calificación de estos atributos (ver tabla de evaluación de impactos), así como, el juicio técnico del equipo multidisciplinario que desarrolló la MIA-R, se identificaron los impactos residuales que se presentarán por el desarrollo del proyecto de la ampliación de la autopista, los cuales se mencionan a continuación.

Agua: pérdida de Infiltración

La impermeabilización del suelo con la colocación de la carpeta de rodamiento provocará la pérdida de área de infiltración de agua al subsuelo a lo largo de 15 Km que corresponden a la vialidad de dos carriles que se construirá como ampliación; impacto que se aminora en parte con la construcción de obras de canalización como cunetas, contracunetas, drenes, alcantarillas que dirigirán los escurrimientos a otras áreas de infiltración al tiempo que protegerán la estructura de la autopista. El impacto resulta permanente por la impermeabilización del área de ocupación del cuerpo nuevo de dos carriles.

Paisaje: Modificación del Paisaje

Habrá una modificación del paisaje por la construcción del Proyecto ya que se removerán áreas de vegetación existente para construir un nuevo cuerpo de circulación de dos carriles, elemento antrópico. No obstante, la aplicación de la medida de mitigación que contempla la revegetación en taludes y reforestación en áreas dentro del derecho de vía no es posible restituir el paisaje a su estado original por lo cual se tiene una modificación permanente que influirá de alguna forma en la calidad paisajística aminorando la presencia de la vegetación como importante factor de calidad.

Flora: Pérdida de Vegetación

Se realizará la remoción de vegetación de selva baja caducifolia dentro del derecho de vía que ocasionarán la disminución de los servicios ambientales que ésta otorga en la región mediante captura de carbono, generación de oxígeno, hábitat de fauna, captación y

filtración de agua, entre otros; servicios que no podrán ser restituidos a cabalidad por la naturaleza del proyecto.

IV.6 Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. La evaluación de los impactos acumulativos resulta difícil, debido en parte a la naturaleza especulativa de las acciones futuras posibles y en parte debido a las complejas interacciones que necesitan evaluarse cuando los efectos aditivos se consideran.

Se estima que, por la construcción y operación del Proyecto, en un tiempo relativamente corto se presentarán algunos impactos de este tipo, relacionados con la generación de residuos, generación de emisiones contaminantes, incremento de superficies que impiden la infiltración de agua al subsuelo y el incremento en el cambio de uso del suelo tanto en el entorno inmediato o área de influencia como en la RE.

Generación de residuos

La generación de residuos por parte de los usuarios de las autopistas en general ha ido en incremento a pesar de la promoción masiva e insistente para una cultura de conservación de las vías de comunicación carretera y sus instalaciones, esto se infiere por lo que reporta la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, que se transcribe a continuación:

De acuerdo con la información emitida por la SEMARNAT: la tendencia va dirigida al incremento en la generación de residuos sólidos urbanos (RSU). En la zona centro del país se pasó de una generación diaria *per cápita* de 0.95 kg en el 2010 a 1.05 kg para el 2012.

Tabla IV.6. Generación de residuos per cápita por zona geográfica.

Zona geográfica	2010	2011	2012
Promedio Nacional	0.98	0.99	0.99
Centro a	0.95	0.96	1.05
Distrito Federal	1.50	1.51	1.52
Norte (no incluye municipios fronterizos) b	0.87	0.87	0.87
Sur c	0.76	0.76	0.77
Frontera Norte d	1.08	1.09	1.10
Nota: Las cifras para el Distrito Federal (ahora CDMX) la fuente las reporta por separado debido a sus características particulares de concentración de población y gran generación de basura. a - Morelos, Guerrero, **Michoacán**, Colima, Jalisco, Aguascalientes, México, Querétaro, Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz.			

b - Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí.
c - Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco, Chiapas, Oaxaca.
d - Incluye los municipios de Baja California, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas, que están dentro de la franja de 100 km al sur de los Estados Unidos de América.

Fuente: SEMARNAT, SNIARN. Base de datos estadísticos, Módulo de consulta temática. Residuos sólidos urbanos, 2012**.**

Considerando esta generación *per cápita* de la zona centro que es donde se localizará el Proyecto, tomando en cuenta horarios de trabajo y el número de personas a emplear, en la obra se estimó la generación total de RSU, dando un volumen de 589.05 toneladas que se producirían durante los meses de trabajo, en este sentido, se establece que el Proyecto tiene un impacto acumulativo temporal, por los residuos que se sumaran a los ya se generan en el Sistema Ambiental Regional. No obstante, esto cesará al concluir la obra y dejará de acumularse.

Con la finalidad de reducir este impacto, el Proyecto considera la **reutilización** in-*situ* de los residuos de manejo especial, como son los provenientes del despalme y del corte, y el **reciclaje** de los residuos de acero tal como se describe en el capítulo II. Adicional a esto, se propondrá la separación de basura mediante una selección de los principales residuos que se generaran por la estancia de los trabajadores, como son: papel, vidrio, PET, latas, etc. que busca, al momento de disponerlos, su reciclaje.

Ahora bien, aunque no se cuenta con cifras certeras, el arrojar basura en la trayectoria de las carreteras es una práctica contracultural que permanecerá como impacto acumulativo para este tipo de proyectos.

Generación de emisiones contaminantes

En este aspecto se presentará un impacto acumulativo ya que resulta evidente que, al incrementarse la capacidad de servicio de la autopista mediante la construcción de dos carriles adicionales a los actuales en el tramo del proyecto, se incrementará también el aforo, por ende el tránsito diario promedio anual (TDPA), consecuentemente los consumos de combustibles y de manera normal se incrementarán acumulativamente las emisiones a la atmósfera.

Incremento de las superficies que impiden la infiltración de agua al subsuelo

Como se ha indicado con anterioridad el área de afectación será impermeable por la superficie de rodamiento, representando esto un impacto acumulativo con el proceso de transformación de la RE.

IV.7 Conclusiones

De las 725 interacciones, se identificaron un total de 102 impactos ambientales potenciales para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto; de éstos, 29 se identificaron para la etapa de preparación del sitio, 47 para construcción y 26 para la operación y mantenimiento. De los 47 impactos previstos para la etapa constructiva, 17 de ellos, se califican como benéficos y los 30 restantes como adversos. Para la fase de operación, 23 impactos son benéficos y 03 son adversos, por lo que se puede concluir, que existe un mayor número de impactos adversos sobre el medio natural, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción; la mayoría de éstos presentan bajo valor de importancia y medida de mitigación y/o prevención.

Por lo que de acuerdo con la información analizada en este capítulo y de contar con medida compensatoria o de mitigación para el 75% de los impactos adversos, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable.

.

IVI.8 Programa de manejo ambiental

En el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental se define a las medidas de prevención y mitigación como: “El conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad”.

Una vez que se han identificado las actividades del proyecto en cada una de sus etapas, que puedan causar impactos, se procederá a determinar las medidas de prevención y de mitigación de los impactos ambientales.

Las medidas serán presentadas para cada actividad, de acuerdo con lo señalado en los apartados anteriores.

VI.8.1. Medidas durante la preparación del sitio

Para la etapa de preparación del sitio se obtuvieron 29 impactos, de los cuales 07 se consideran positivos (benéficos) y 22 negativos (adversos). No obstante, a continuación, se presentan las medidas de mitigación para aquellos impactos ambientales adversos que las presentan.

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto	**Desmonte y despalme**
Factor	Aire
Componente	Calidad Nivel sonoro
Medida	Mitigación
Para evitar la dispersión de polvo y partículas se deberá humedecer el suelo en sitios de generación de polvos como áreas de manejo de materiales a granel y/o productos de excavaciones. Se deberá transportar el material de construcción a granel en camiones con el compartimiento de carga en buen estado y cubierto con lonas. Aunque el polvo generado durante el desmonte será poco, se necesitará humedecer constantemente las superficies de trabajo. Para ello se utilizará agua procedente de toma municipal autorizada. A toda la maquinaria y equipos de la obra se les revisarán las bitácoras de mantenimiento para certificar que se encuentran en perfecto estado de operación con relación a las	

emisiones de gases contaminantes, aunque a la maquinaria de construcción no le aplica la normatividad, resulta necesario mantener al interior de la obra lineamientos que restrinjan la utilización de equipos que por su mal estado tengan emisiones de gases ostensiblemente altas. Es de mencionar que la responsabilidad de este cumplimiento normativo corre a cargo de los propietarios.

Con relación a las emisiones de ruido.

A toda la maquinaria y equipos de la obra se les revisarán las bitácoras de mantenimiento para certificar que se encuentran en perfecto estado de operación con relación a los sistemas de atenuación de ruido, restringiendo la utilización de los que tengan emisiones ostensiblemente altas.

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto	**Manejo y disposición de Productos de desmontes y despalmes**
Factor	Suelo Relieve
Componente	Estructura Erosión Taludes
Medida	Mitigación

En la parte del despalme se debe considerar que el horizonte orgánico es en promedio de 10 a 20 centímetros de profundidad y su contenido de materia orgánica alto; su conservación y uso futuro son muy importantes porque almacena nutrientes además de semillas que sirven como regeneradoras, principalmente en la parte en donde se encuentra la selva baja caducifolia (sur del proyecto). El suelo removido deberá ser reutilizado en sitios a reforestar y restaurar. Por ello se deberá acamellonar el material orgánico del despalme para su posterior uso en arrope de taludes construidos por efecto de cortes y terraplenes.

Para evitar que se incremente la erosión dentro de los sitios afectados en el derecho de vía, y que en lo futuro pueda afectar tanto la estabilidad de la carretera como del área circundante a ésta, es necesario que el desmonte considere solamente la línea de ocupación directa por el proyecto (líneas de ceros), así como las áreas requeridas para la construcción de, almacenes, oficinas y patios de maniobra. Por tal motivo se deberá evitar desmontar superficies fuera de las mínimas necesarias para albergar estas instalaciones e infraestructura.

Realizar los cortes de taludes respetando los valores de pendiente establecidos en el

diseño final del proyecto. En caso de taludes de corte con elevada altura, se construirán con sus respectivos sistemas de cunetas y zanjas de coronamiento (contracunetas).

En caso de presentarse algunos taludes inestables, se deben ejecutar medidas de control del talud ya sean mecánicas o biológicas, como: zampeados, cubierta con geomalla y/o revegetación.

Los residuos producto del desmonte y despalme se almacenarán cargarán y transportarán al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto en coordinación con las autoridades locales correspondientes, se utilizarán vehículos adecuados o con cajas en buen estado, protegidas con lonas, que impidan la dispersión de los materiales. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al sitio de disposición final o banco de tiro lo más pronto posible. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. En este sentido, la disposición inadecuada de los productos del desmonte y despalme podrían incidir de manera negativa al modificar la estructura del suelo o con riesgo de generar fenómenos de erosión.

Los materiales producto del desmonte y despalme, se clasifican como material tipo A, suelo altamente orgánico y con un espesor promedio de 10 a 20 cm.

Los residuos de los materiales producto de despalmes que no sean aprovechados se manejarán y transportarán en vehículos con cajas en buen estado y protegidos con lonas, que impidan la dispersión, a los sitios o bancos de disposición que indiquen las autoridades estatales en estrecha coordinación con las autoridades locales y las constructoras.

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto Ambiental	**Desmonte y despalme**
Factor	Agua
Componente	Calidad Escurrimiento Infiltración
Medida	Prevención

Para prevenir las afectaciones adversas sobre el agua en su calidad, cursos e infiltración por las actividades de desmonte y despalme las medidas de prevención consistirán en:

Evitar la contaminación de cursos de agua y/o minimizar el deterioro de la calidad del agua mediante acciones como:

- ✓ Establecer zonas de almacenamiento de materiales producto de las actividades y peligrosos alejados de los escurrimientos a una distancia no menor de 100 m.
- ✓ Establecer áreas de lavado de maquinaria y equipos que cuenten con sistemas de captura, trampas de grasas y sedimentos, y que cuenten con sistemas de recuperación.
- ✓ Quedará estrictamente prohibido y bajo supervisión el vertido de concreto residual producto de la construcción y sus aguas en los escurrimientos naturales.
- ✓ Con respecto a las aguas de los sanitarios portátiles, estará prohibido realizar el mantenimiento en las inmediaciones de las obras, estas labores deberá realizarlas la empresa arrendadora del servicio en los sitios que las autoridades locales les asigne como autorización.

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto	**Desmonte y despalme**
Factor/ Componente	Flora
Componente	Cubierta vegetal Diversidad Especies bajo algún estatus
Medida	Prevención y Mitigación

Para prevenir y mitigar las afectaciones adversas sobre la flora por las actividades de desmonte y despalme las medidas de prevención y de mitigación consistirán en:

- ✓ Resguardar el material resultante para posteriormente reutilizarlo en actividades como arrope de taludes, reforestación, etc. Aplicar programas de reforestación mediante la utilización de especies propias del lugar evitando en todo caso las especies introducidas.
- ✓ Prohibir la apertura de accesos y desvíos a través de zonas de selva, todas las actividades deberán realizarse dentro de los límites del derecho de vía.
- ✓ Deberá prohibirse la quema de los materiales producto del desmonte y despalme. Se establecerán sanciones a quien incumpla esta reglamentación.
- ✓ Se deberán colocar extintores en condiciones de servicio en sitios visibles de los frentes de trabajo y que cuenten con un fácil acceso.
- ✓ Se deberán aplicar sesiones de capacitación a los trabajadores para la prevención y control de incendios y sus riesgos. Asimismo, se deberá capacitar al personal sobre la importancia de la fauna local y la necesidad de su protección.

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto	**Desmonte y despalme**
Factor	Fauna

Componente	Hábitat Especies protegidas
Medida	Mitigación

Para mitigar los impactos adversos que se pudieran generar con incidencia directa o indirecta sobre la fauna por las actividades de desmonte y despalme se aplicarán diversas medidas, tales como:

- ✓ Realizar los desmontes y despalmes de manera direccional y paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna hacia sitios más seguros y con menores alteraciones, particularmente las de lento desplazamiento como: algunos reptiles y pequeños mamíferos que ocasionalmente se encontraran.
- ✓ Aplicar programas de rescate de fauna, previo a los desmontes, especialmente las especies que sean de utilidad en la región o especies propias del lugar. Se deberá poner especial atención en el poco probable caso de localizar especies en algún estatus.
- ✓ Quedará estrictamente prohibido hacer daño, uso o aprovechamiento de cualquier especie de fauna por parte de los trabajadores del proyecto de la Autopista. Se establecerán sanciones para evitar estas prácticas.
- ✓ Ya que la generación de ruido y de polvos es una consecuencia inherente a las actividades de la obra se prevé que las especies de fauna, principalmente aves, se desplacen temporalmente hacia sitios con menor perturbación, retomando el sitio luego del cese de las actividades.
- ✓ En todo momento se deberá contar con el apoyo de al menos dos especialistas en fauna, con su equipo especializado para el manejo de algún individuo incidente en el derecho de vía que sea necesario capturar, manejar y reubicar a otros sitios que presenten mejores condiciones para su sobrevivencia.

Acciones para la determinación de rescate de especies de fauna silvestre

1.- Delimitación Cartográfica del área de afectación en toda la trayectoria del Proyecto.
2.- Reticular el área de afectación, georreferenciando los sitios de incidencia de fauna.
3.- Ubicación cartográfica y georreferencia de las áreas de liberación para su seguimiento,
4.- Aplicación de técnicas para la estimación poblacional de especies de Fauna Silvestre presentes en el área de afectación (durante esta actividad se seleccionarán los sitios donde se colocarán los diferentes tipos de trampas y sitios de captura).
5.- Aplicación de técnicas para la estimación (censo) de especies de Fauna Silvestre presentes en el área de liberación
6.- Técnicas de ahuyentamiento de fauna (paso de maquinaria, vehículos, ruido producido por tambores, láminas, etc.) en toda el área de afectación.
7.- Captura de especies de Fauna Silvestre mediante diferentes técnicas.
8.- Registro de especies capturadas y toma de datos
9.- Transporte de especies hacia los sitios de liberación
10.- Liberación de especies capturadas

Etapa	**Preparación del Sitio**
Impacto	**Desmonte y despalme**
Factor	Paisaje Socioeconómico Socioeconómico
Componente	Calidad Accidentes Flujo Vehicular
Medida	Mitigación

El impacto al paisaje será inevitable, no obstante, se planea que con las medidas de mitigación este se minimice en el mediano plazo con actividades de regeneración de la cubierta vegetal en las áreas del derecho de vía que no se ocupen con las obras y en las que esto sea posible.

Las acciones de reforestación y revegetación se deberán realizar con las especies recomendadas en el apartado de vegetación del capítulo IV de esta MIA –R, se espera que con estas acciones se cuente a mediano plazo con un continuo de vegetación a lo largo del derecho de vía colaborando con el incremento de las masas vegetales, actualmente en proceso de fragmentación.

IV.8.2 . Medidas durante la construcción

Para la etapa de construcción se obtuvieron 47 impactos, de los cuales 17 se consideran positivos (benéficos) y 30 negativos (adversos). No obstante, a continuación, se presentan las medidas de mitigación para aquellos impactos ambientales adversos que las presentan.

Etapa	**Construcción**
Impacto Ambiental	**Excavación**
Factor	Aire
Componentes	Nivel sonoro Calidad
Medida	Mitigación

Acciones

Existen en México las siguientes normas para el control de emisión de ruido que deberá aplicar el promovente y constructor:

NOM-080- -SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, expresados en dB(A) y el método de medición, el cual es estático y se debe realizar en centros de verificación.

Acción que será responsabilidad de los propietarios de vehículos a los que corresponda. A la supervisión de la obra le corresponderá la revisión física de que cada vehículo cuente con el holograma correspondiente.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente. Para este caso no aplica a la maquinaria de la obra, por lo que la supervisión de la obra se limitará a la revisión de las bitácoras de mantenimiento y revisar en campo que el ruido emitido no rebase los límites para ambientes laborales y restringir la utilización de los que incumplan.

Las acciones en la obra se circunscribirán a la revisión, por parte de la supervisión de la obra, de las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar verificando que los sistemas de atenuación de ruido se encuentren en perfecto estado de operación y restringiendo la utilización de los que presenten daños relevantes y la emisión sea ostensible. Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción en los frentes de trabajo y en los patios de maquinaria.

Para evitar la dispersión de polvos y partículas en los sitios de manejo de materiales a granel y en áreas de traslados dentro de la obra en que exista generación de polvos se deberá aplicar riegos de humidificación, preferentemente con aguas tratadas, enfatizando las acciones en época de estiaje en los sitios de generación más evidente. Se deberá transportar el material de construcción a granel en camiones con el compartimiento de carga en buen estado y cubiertos con lonas.

Se recomienda humedecer en caso necesario las superficies de trabajo, principalmente las cercanas a las áreas urbanas o habitacionales. Para ello se utilizará agua preferentemente tratada o procedente de toma municipal autorizada.

Etapa	**Construcción**
Impacto Ambiental	**Excavación**
Factor	Suelo
Componente	Estructura Erosión
Medida	Mitigación/Compensación

Limitar las excavaciones únicamente a las zonas definidas en el proyecto.

El despalme y desmonte del terreno en los sitios de excavación se realizará de manera programada y gradual, de acuerdo con el avance del programa de obra, sólo en los sitios estrictamente necesarios.

En la preparación del terreno para realizar las excavaciones se deben realizar obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la erosión del terreno e interferencias en la construcción sobre todo en épocas de lluvias.

La medida de compensación para estas acciones se dará con la aplicación de los productos de excavaciones en la formación de terraplenes y como rellenos de excavaciones en las áreas de ampliación y de los PIV y PSV´s.

Así como en la aplicación del programa de reforestación, en donde se aprovechará el material producto de los despalmes.

Etapa	**Construcción**
Impacto Ambiental	**Excavación**
Factor	Agua superficial
Componente	Escurrimientos Calidad
Medida	Mitigación

Durante el proceso de construcción de la ampliación de la autopista y adecuaciones de PIV y PSV´s, en los sitios de realización de excavaciones, se deben realizar obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la acumulación de agua que entorpezcan las actividades de construcción y ocasionalmente erosión del terreno. Asimismo, se deberá tomar las medidas respectivas en los sitios de ampliación de las obras de drenaje como alcantarillas, drenes, y otros.

Etapa	**Construcción**
Impacto Ambiental	**Excavación**
Factor	Paisaje
Componente	Calidad
Medida	Mitigación

Se deberá evitar que los materiales de desecho se dejen abandonados junto a la autopista o acamellonados en sitios poco adecuados y no autorizados y que con el tiempo terminen arrastrados por las lluvias en los cuerpos de agua y/o barrancas cercanas al trazo del proyecto,

Asimismo, acumulará el material que sirva para rellenos y formación de terraplenes la reforestación, en los sitios seleccionados en coordinación con las autoridades locales municipales como bancos de tiro o disposición, para su posterior utilización en la reforestación y remediación de bancos de material y derecho de vía.

Con estas acciones se espera que los productos de excavaciones no incidan de forma adversa en el paisaje local deteriorando su calidad.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cortes y terraplenes**
Factor	Aire
Componente	Nivel sonoro Calidad
Medida	Mitigación

Para evitar la dispersión de polvo y partículas que afectarían la calidad del aire, se deberá humedecer el suelo en las áreas de realización de cortes, de formación de terraplenes, manejo, carga y descarga de materiales a granel y productos de excavaciones. Se deberá transportar los mencionados materiales en camiones con el compartimiento de carga en buen estado, cubierto con lonas, para evitar la dispersión de los materiales en las rutas de traslado, aplicación y disposición.

Para realizar los riegos de humidificación de superficies y materiales se utilizará agua tratada o procedente de tomas municipales autorizadas.

Existen en México las siguientes normas para el control de emisión de ruido que deberá aplicar el promovente y constructor:

NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, expresados en dB(A) y el método de medición, el cual es estático y se debe realizar en centros de verificación.

Acción que será responsabilidad de los propietarios de vehículos a los que corresponda. A la supervisión de la obra le corresponderá la revisión física de que cada vehículo

cuente con el holograma correspondiente.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente. Para este caso no aplica a la maquinaria de la obra, por lo que la supervisión se limitará a la revisión de las bitácoras de mantenimiento y revisar en campo que el ruido emitido no rebase los límites para ambientes laborales y restringir la utilización de los que incumplan.

Las acciones en la obra se circunscribirán a la revisión, por parte de la supervisión de la obra, de las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar verificando que los sistemas de atenuación de ruido se encuentren en perfecto estado de operación y restringiendo la utilización de los que presenten daños relevantes y la emisión sea ostensible. Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción en los frentes de trabajo y en los patios de maquinaria.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cortes y terraplenes**
Factor	Suelo Relieve
Componente	Estructura Erosión Taludes
Medida	Mitigación

Para evitar que se incremente la erosión dentro del derecho de vía, y que en lo futuro pueda afectar tanto la estabilidad de la carretera como del área circundante a ésta, es necesario que los cortes se realicen solamente en la línea de ocupación directa por el proyecto (línea de ceros).

Realizar los cortes de taludes respetando los valores de pendiente establecidos en el diseño final del proyecto. En caso de taludes de corte con elevada altura, se construirán con sus respectivos sistemas de cunetas y zanjas de coronamiento (contracunetas), drenes, etc.

En caso de presentarse taludes inestables, se deben ejecutar medidas de control del talud ya sean mecánicas o biológicas, como zampeados, geomallas, revegetación.

El impacto al relieve se podrá mitigar al realizar la reforestación y revegetación en las áreas de taludes, con lo que se evitará dejar al desnudo estas superficies y suavizando las pendientes topográficas.

Los residuos producto de los cortes se almacenarán cargarán y transportarán al sitio o banco de tiro que indique el proyecto en coordinación con las autoridades locales correspondientes, se utilizarán vehículos adecuados o con cajas en buen estado y protegidas con lonas, que impidan la dispersión de los materiales. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. En este sentido, la disposición inadecuada de los productos del desmonte y despalme podrían incidir de manera negativa al modificar la estructura del suelo en los sitios de depósito.

Para la ubicación de los bancos de tiro se elegirán sitios en coordinación con las autoridades municipales locales; es recomendable que se utilicen algunos frentes abiertos y abandonado en alguno de los bancos de material con explotación comercial diseminados en la región que cuente con camino de acceso; solo en caso de no conseguirse un frente abandonado de explotación de material; se deberán seleccionar terrenos que cumplan con los requerimientos necesarios para este fin como: No incidir en cuerpos de agua; estar desprovistos de vegetación natural; alejados de centros de población densa.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cortes y terraplenes**
Factor	Agua superficial
Componente	Escurrimientos Calidad
Medida	Mitigación

Los cortes y terraplenes deberán ser cuidadosamente planteados en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el aporte de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía.

Evitar que se lleven a cabo los trabajos de corte en días o época de lluvias, para disminuir la probabilidad de arrastre por escurrimientos y erosión hídrica.

El material removido de los cortes debe ser colocado en sitios con poca pendiente a fin de evitar arrastre a los cuerpos de agua, en su caso se deberán zanjear los perímetros y confinar con bloques que impidan el arrastre.

Se conservará el material hasta su reutilización en rellenos y formación de terraplenes.

Cabe hacer la aclaración de que todos los escurrimientos incidentes en el actual trazo, han sido canalizados y protegidos por obras de drenaje y alcantarillado realizados para la autopista en operación, y que estas obras se prolongarán y adecuarán para dar cabida a los dos carriles adicionales de la ampliación de la autopista.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cortes y terraplenes**
Factor	Paisaje
Componente	Calidad
Medida	Mitigación

Al realizar las actividades de cortes y terraplenes se crearán alteraciones en la constitución original del paisaje puntual del sitio, con la implementación de una obra adyacente a la existente que ampliará en alguna medida los cortes y terraplenes existentes. Este será un impacto inherente a la obra, inevitable y que será compensado al final de la obra con los trabajos de reforestación y revegetación, con lo que se matizará y suavizará la drástica incidencia de las superficies desnudas en las visuales paisajísticas locales. Con el establecimiento de la cubierta vegetal se estará restituyendo en el mediano plazo un elemento determinante en la calidad del paisaje que es la presencia de la vegetación.

Los taludes existentes se conforman con materiales muy consolidados que permiten taludes verticales o casi verticales que imposibilitan su revegetación y a cambio permiten minimizar las afectaciones más allá del derecho de vía.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Manejo y disposición de Productos de excavación**
Factor	Aire
Componente	Nivel sonoro Calidad
Medida	Mitigación

Para evitar la dispersión de polvo y partículas que afectarían la calidad del aire, se deberá humedecer el suelo en las áreas de realización de actividades de manejo, carga y descarga de materiales y productos de excavaciones. Se deberá transportar los mencionados materiales en camiones con el compartimiento de carga en buen estado,

cubierto con lonas, para evitar la dispersión de los materiales en las rutas de traslado, aplicación y disposición.

Existen en México las siguientes normas para el control de emisión de ruido que deberá aplicar el promovente y los constructores:

NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, expresados en dB(A) y el método de medición, el cual es estático y se debe realizar en centros de verificación.

Acción que será responsabilidad de los propietarios de vehículos a los que corresponda. A la supervisión de la obra le corresponderá la revisión física de que cada vehículo cuente con el holograma correspondiente.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente. Para este caso no aplica a la maquinaria de la obra, por lo que la supervisión se limitará a la revisión de las bitácoras de mantenimiento y revisar en campo que el ruido emitido no rebase los límites para ambientes laborales y restringir la utilización de los que incumplan.

Las acciones en la obra se circunscribirán a la revisión, por parte de la supervisión de la obra, de las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar verificando que los sistemas de atenuación de ruido se encuentren en perfecto estado de operación y restringiendo la utilización de los que presenten daños relevantes y la emisión sea ostensible. Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción en los frentes de trabajo y en los patios de maquinaria.

Etapa	**Construcción**
Acción	**Cimentación de puentes PIV y PSV´s**
Factor	Aire
Componente	Nivel sonoro Calidad
Impacto	Adverso muy moderado

Para evitar la dispersión de polvo y partículas que afectarían la calidad del aire, se deberá humedecer el suelo en las áreas de realización de actividades de construcción de las cimentaciones en los PIV y PSV´s. Se deberá transportar los materiales a granel y productos de excavaciones en camiones con el compartimiento de carga en buen estado, cubierto con lonas, para evitar la dispersión de los materiales en las rutas de traslado,

aplicación y disposición.

Es de particular relevancia aplicar las medidas con énfasis en las superficies de trabajo cercanas a áreas urbanas habitacionales. Para realizar los riegos de humidificación de superficies y materiales se utilizará agua tratada o procedente de tomas municipales autorizadas. Se deberán colocar tapiales en las zonas urbanas con mayor densidad de población para disminuir las afectaciones por el polvo, impacto visual, ruido, así como para incrementar la seguridad y prevenir accidentes.

NOM-080-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, expresados en dB(A) y el método de medición, el cual es estático y se debe realizar en centros de verificación.

Acción que será responsabilidad de los propietarios de vehículos a los que corresponda. A la supervisión de la obra le corresponderá la revisión física de que cada vehículo cuente con el holograma correspondiente.

NOM-081-SEMARNAT-1994 establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina el nivel emitido al ambiente. Para este caso no aplica a la maquinaria de la obra, por lo que la supervisión se limitará a la revisión de las bitácoras de mantenimiento y revisar en campo que el ruido emitido no rebase los límites para ambientes laborales y restringir la utilización de los que incumplan.
Las acciones en la obra se circunscribirán a la revisión, por parte de la supervisión de la obra, de las bitácoras de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar verificando que los sistemas de atenuación de ruido se encuentren en perfecto estado de operación y restringiendo la utilización de los que presenten daños relevantes y la emisión sea ostensible. Estas acciones se llevarán a cabo durante la construcción en los frentes de trabajo y en los patios de maquinaria.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cimentación de puentes PIV y PSV´s**
Factor	Suelo Relieve
Componente	Estructura Calidad Erosión Taludes
Medida	Mitigación

Para evitar que se incremente la erosión dentro del derecho de vía, y que en lo futuro pueda afectar tanto la estabilidad de la carretera como del área circundante a ésta, es necesario que durante las actividades de cimentación de los PIV y PSV´s, se practiquen las excavaciones solamente en las líneas de ocupación directa por el proyecto (línea de ceros), procurando los espacios adicionales para realizar eficientemente estas labores.

Realizar los taludes adyacentes a los estribos respetando los valores de pendiente establecidos en el diseño final del proyecto. De ser necesario en los taludes adyacentes se construirán sistemas de canalización de aguas con drenes hacia lugares seguros que no generen procesos erosivos.

En todo caso se utilizarán materiales de la mejor calidad para la formación de los taludes adyacentes para garantizar su estabilidad, se deben ejecutar medidas de control del talud ya sean mecánicas o biológicas, como zampeados, geomallas, revegetación.

El impacto al relieve se podrá mitigar al realizar la reforestación y revegetación en las áreas de los taludes construidos en las rampas de ascenso y descenso de los Pasos Vehiculares, con lo que se evitará dejar al desnudo estas superficies y suavizando las pendientes topográficas.

Los residuos de materiales producto de las cimentaciones de los Pasos vehiculares (PSV y PIV,s) se almacenarán cargarán y transportarán al sitio de tiro que indique el proyecto en coordinación con las autoridades locales correspondientes, se utilizarán vehículos adecuados o con cajas en buen estado y protegidas con lonas, que impidan la dispersión de los materiales. Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de tiro. El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Para la ubicación de los bancos de tiro se elegirán sitios en coordinación con las autoridades municipales locales; es recomendable que se utilicen algunos frentes abiertos y abandonado en alguno de los bancos de material con explotación comercial diseminados en la región que cuente con camino de acceso; solo en caso de no conseguirse un frente abandonado de explotación de material; se deberán seleccionar terrenos que cumplan con los requerimientos necesarios para este fin como: No incidir en cuerpos de agua; estar desprovistos de vegetación natural; alejados de centros de población densa, siempre bajo la supervisión de las autoridades ambientales locales.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Cimentación de puentes PIV y PSV´s**
Factor	Agua superficial
Componente	Escurrimientos
Medida	Mitigación

Las acciones de construcción de la cimentación de puentes PIV y PSV´s deberán ser cuidadosamente planteadas en función de las características del suelo expuesto y las pendientes del terreno, de tal forma que se evite el arrastre de material térreo hacia cañadas tanto dentro como fuera del derecho de vía.

Los materiales removidos y sobrantes de la construcción de las cimentaciones y los pasos deberán ser colocados en sitios alejados de escurrimientos, con poca pendiente a fin de evitar arrastre hacia los cuerpos de agua.

Cabe hacer la aclaración de que todos los escurrimientos que inciden en el actual trazo, han sido canalizados y protegidos por obras de drenaje y alcantarillado que se realizaron durante la construcción de la actual autopista, y que estas obras se prolongarán y adecuarán a los proyectos de los pasos vehiculares para dar cabida a los dos carriles adicionales de la ampliación de la autopista.

Sobre este factor en general, resulta necesario poner atención en el manejo y disposición de todos los desechos de estas actividades para evitar su incidencia en los escurrimientos incidentes en la trayectoria de la Autopista. Cabe reiterar que las obras de drenaje ya existen construidas y en correcta operación.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Construcción de bases y sub bases en ampliaciones**
Factor	Suelo
Componente	Calidad
Medida	Compensación

Esta actividad es una de las que implica mayor persistencia en el área del proyecto, porque es un impacto permanente de forma lineal, con una intensidad alta en el largo plazo sobre las características y propiedades del suelo, básicamente por la modificación de los usos actuales y las condiciones naturales del área de ampliación del trazo. Estas

actividades significarán una alteración definitiva al sustituirse el suelo por la estructura de la ampliación de la Autopista, lo cual generará impactos permanentes, que solo podrán ser compensados con las superficies que se recuperen mediante el programa de reforestación aplicado en las áreas del derecho de vía que quedaran desocupadas.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Construcción de bases y sub bases en ampliaciones**
Factor	Agua subterránea
Componente	Infiltración
Medida	Mitigación

La construcción de bases y sub bases como parte de la estructura de la autopista en sus áreas de ampliación, modificará las condiciones de permeabilidad de manera permanente, lo cual generará impactos a largo plazo en la superficie de ampliación de la actual autopista. Impacto que será mitigado mediante la construcción de drenajes y adecuación de los existentes en la autopista y los entronques, canalizando los escurrimientos sobre la superficie de la autopista hacia sitios aledaños de infiltración, con lo que la infiltración solo se trasladaría a otros sitios.

Etapa	**Construcción**
Impacto	**Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica**
Factor	Suelo
Componente	Calidad
Medida	Compensación
Esta actividad, complementaria de la anterior, son las que implican mayor persistencia en el área del proyecto, porque es un impacto permanente de forma lineal, con una intensidad alta en el largo plazo sobre las características y propiedades del suelo impermeabilizándolo, básicamente por la modificación del uso actual y alterando de manera radical las condiciones naturales en el área de ampliación, Estas actividades significarán una alteración definitiva al sustituirse el suelo por la estructura y la superficie de rodamiento de la autopista, lo cual generará impactos permanentes, que podrán ser compensados con las superficies que se recuperen mediante el programa de reforestación en las áreas del derecho de vía que no sean ocupadas por estructuras del proyecto. Adicionalmente se complementaría la compensación mediante acuerdos con las autoridades municipales a fin de que se designes áreas fuera del derecho de vía para su tratamiento mediante reforestaciones con especies propias del lugar.	

IV.8.3. Medidas en la operación y mantenimiento

Para la etapa de operación y mantenimiento se obtuvieron 26 impactos, de los cuales 23 se consideran positivos (benéficos) y 03 negativos (adversos). No obstante, a continuación, se presentan las medidas de mitigación para aquellos impactos ambientales adversos que las presentan.

Etapa	**Operación y Mantenimiento**
Impacto Ambiental	**Puesta en operación**
Factor	Aire
Componente	Nivel sonoro Calidad
Medida	Mitigación
Durante la etapa de operación y mantenimiento se esperaría que tanto la calidad del aire como el nivel sonoro propios de la autopista disminuyan al obtenerse una vía de comunicación ampliada. Las medidas de mitigación para los impactos esperados consisten en la aplicación de un programa de reforestación con especies arbóreas y arbustivas propias del lugar en las	

áreas del derecho de vía en que esto sea posible. Con estas acciones se podrá formar a lo largo de la trayectoria, una cortina que actuará como atenuador de las emisiones sonoras y al mismo tiempo un incremento significativo de la masa vegetal que diluirá aún en parte las emisiones contaminantes generadas por los motores de los vehículos de los usuarios.

Etapa	**Operación y Mantenimiento**
Impacto Ambiental	**Puesta en operación**
Componente	Socioeconómico
Componente	Riesgos de accidentes
Medida	Mitigación

Acciones:

- ✓ Colocar letreros informativos preventivos y restrictivos como señalización definitiva.
- ✓ Verificación y mantenimiento a los señalamientos horizontales y verticales.
- ✓ Inspecciones periódicas de las obras de drenaje y demás estructuras componentes del proyecto.
- ✓ Revisión e inspección de los sistemas de protección del trazo de la autopista por ambos lados.
- ✓ Dar el mantenimiento adecuado y periódico a la vialidad.
- ✓ Los residuos de la capa asfáltica dañada deben ser retirados del lugar y depositados de tal manera que no impliquen riesgos para los usuarios de la autopista y que no provoquen impactos negativos sobre el medio ambiente, especialmente por la contaminación del suelo, afectación de la vegetación y alteración del paisaje.
- ✓ Dar mantenimiento continuo al derecho de vía, para que la visibilidad no sea obstruida por vegetación y señalamientos.
- ✓ Mantener abierta la comunicación con los diversos servicios de emergencia municipales, estatales y federales, para la atención de cualquier contingencia en el tramo del proyecto y en general en la trayectoria de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas.

Dado que las medidas son parte del proyecto, es indispensable incorporar por lo menos un profesional especialista como Supervisor Ambiental, que cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de recursos naturales y asesor en aspectos socioeconómicos y culturales; con el fin de hacer posible la correcta supervisión de la implementación de las medidas de mitigación, coordinación de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental y, eventualmente, la toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no

funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos, que por su naturaleza, no sean perceptibles en etapas previas.

En este sentido, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en los Programas Ambientales, los cuales están diseñados para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental “deseable” hacia el SAR en estudio, tal y como se describe en el capítulo VII.

Será necesario que dicho equipo, realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

IV.9 Seguimiento y control (Monitoreo)

Como parte del programa de vigilancia ambiental se incluirá una estrategia de seguimiento y control de las medidas de mitigación propuestas cuyo fin sea el asegurar el cumplimiento de las medidas correctivas indicadas en el Programa. Esta estrategia deberá comprobar el cumplimiento de las medidas y proponer nuevas medidas de mitigación o control en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas. Igualmente, deberá detectar los impactos no previstos en el estudio y adoptar medidas de mitigación pertinentes. Con ello retroalimentará el programa de vigilancia ambiental y éste se ajustará con una nueva matriz de planeación. Para hacer más eficiente el seguimiento y control, el promovente deberá auxiliarse del empleo de indicadores tanto para los impactos, como para sus medidas de mitigación, compensación o restauración.

Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación.

En el caso de la realización de esta obra, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo de esta, se cumplen con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.

Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- ✓ Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- ✓ Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- ✓ Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- ✓ Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación y la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- ✓ Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- ✓ Organizar los cursos-talleres incluidos en el Programa de Pláticas Ambientales.
- ✓ Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- ✓ Organizar y supervisar el Programa de Acciones de Protección a la Fauna Silvestre.
- ✓ Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

En las siguientes tablas se establece una base en cuanto a la organización de actividades referentes al plan de manejo ambiental de acuerdo con la calendarización de la instalación del proyecto y de acuerdo a lo establecido en los diferentes programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada.

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO							**FICHA**		
Seguimiento y control (monitoreo)							**Señalamiento provisional y confinamientos**		
OBJETIVOS									
Verificar las recomendaciones técnicas que para el caso establece la SCT									
METAS							**Monitoreo del 100% de colocación de señalamientos provisionales y el confinamiento en los diferentes frentes de trabajo**		
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:							**Área de Intervención Directa en el DDV**		
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR									
Colocación de señalamientos provisionales y el confinamiento en los diferentes frentes de trabajo.									
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR									
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	
ACCIONES A DESARROLLAR									
Supervisar la colocación, en tiempo y forma, de los señalamientos y confinamientos.									
RECURSOS: Supervisor de Obra									
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN									
LUGAR DE APLICACIÓN.							**Sitios de afectación directa, en el DDV**		
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN							**Promovente/Constructor**		
PERSONAL REQUERIDO							**Supervisor de Obra**		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO									
INDICADOR	**TIPO**	**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**		**FÓRMULA/EXPRESIÓN**			
Señalamiento provisional y confinamientos	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**		**Bitácora**		**Mensual**			
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)									

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO								**FICHA**		
Seguimiento y control (monitoreo)								**Desmonte y Despalme**		
OBJETIVOS										
Verificar las emisión contaminantes del parque vehicular de acuerdo a la normatividad **Verificar que no se obstruyan los escurrimientos superficiales**										
METAS								**Monitoreo del 100% de la flota vehicular**		
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:								**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**		
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR										
Emisión de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas. Afectaciones a los escurrimientos superficiales.										
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR										
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación		
ACCIONES A DESARROLLAR										
Supervisar el mantenimiento a vehículos, equipo y maquinaria										
RECURSOS: Supervisor de Obra										
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN										
LUGAR DE APLICACIÓN.								**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**		
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN								**Promovente/Constructor**		
PERSONAL REQUERIDO								**Supervisor de Obra**		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO										
INDICADOR		**TIPO**		**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**		**FÓRMULA/EXPRESIÓN**		
Desmonte y despalme		**Cumplimiento**		**Meses en esta etapa**		**Bitácora**		**Mensual**		
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)										

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO								**FICHA**	
Seguimiento y control (monitoreo)								**Manejo y disposición de Productos de desmontes y despalmes**	
OBJETIVOS									
Verificar manejo y disposición de los productos del desmonte y despalme									
METAS								**Monitoreo del 100% de la disposición de producto de desmonte y despalme**	
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:								**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**	
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR									
Manejo y disp. Productos de desmontes y despalmes									
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR									
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	
ACCIONES A DESARROLLAR									
Supervisar que los productos del desmonte y despalme se almacenen y transporten al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto									
RECURSOS: Supervisor de Obra									
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN									
LUGAR DE APLICACIÓN.				**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**					
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN				**Promovente/Constructor**					
PERSONAL REQUERIDO				**Supervisor de Obra**					
SEGUIMIENTO Y MONITOREO									
INDICADOR	**TIPO**	**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**		**FÓRMULA/EXPRESIÓN**			
Manejo y disp. Productos de desmontes y despalmes	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**		**Bitácora**		**Día/Semana/Mes**			
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)									

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO	FICHA
Seguimiento y control (monitoreo)	**Programa de Reforestación**
OBJETIVOS	
Verificar la calidad el éxito de las plantaciones terrestres objeto de la compensación	
METAS	**Monitoreo del 100% plantaciones efectuado 2 veces al año**
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:	**Área de Intervención Directa en el DDV**
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR	
1. Eliminación de la cobertura vegetal. 2. Derribó de elementos arbóreos. 3. Modificación del paisaje.	

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR									
Control		Prevención		Mitigación		Corrección		**Compensación**	**X**

ACCIONES A DESARROLLAR
Supervisión semestral de las parcelas permanentes de crecimiento de mínimo _____ m^2 c/u instaladas en _____ debidamente georreferenciadas. Se determinará básicamente la sobrevivencia (%) y el crecimiento longitudinal - altura (h) de plántulas alrededor de dos años como mínimo. Importante la determinación del reclutamiento, regeneración natural y aspectos relativos a la sucesión natural.
RECURSOS: GPS, Cinta métrica, Cámara fotográfica, Hoja de registro
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

LUGAR DE APLICACIÓN.	**Lugares de plantaciones y sitios de afectación en el DDV**
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN	**Promovente/Constructor**
PERSONAL REQUERIDO	**1 técnico forestal**

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

INDICADOR	**TIPO**	**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**	**REGISTRO**	**FÓRMULA/EXPRESIÓN**
Tasa de incremento de altura por especie	**E, F**	**Meses**	**Formato**	**cm/mes**
% sobrevivencia por especie				**plántulas vivas / sembradas*100**
plántulas nuevas (reclutamiento)				**No Plántulas nuevas/**

Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO								**FICHA**	
Seguimiento y control (monitoreo)								**Excavaciones**	
OBJETIVOS									
Verificar las emisión contaminantes del parque vehicular de acuerdo a la normatividad **Verificar manejo de materiales producto de las excavaciones**									
METAS								**Monitoreo del 100% de la flota vehicular**	
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:								**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**	
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR									
Emisión de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas. Materiales producto de excavaciones Escurrimientos superficiales									
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR									
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	
ACCIONES A DESARROLLAR									
1. Supervisar el mantenimiento a vehículos, equipo y maquinaria. 2. Supervisar el manejo de los materiales producto de excavaciones. 3. Supervisar afectación a escurrimientos superficiales									
RECURSOS: Supervisor de Obra									
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN									
LUGAR DE APLICACIÓN.								**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**	
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN								**Promovente/Constructor**	
PERSONAL REQUERIDO								**Supervisor de Obra**	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO									
INDICADOR	**TIPO**	**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**		**FÓRMULA/EXPRESIÓN**			
Excavaciones	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**		**Bitácora**		**Día/Semana/Mes**			
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)									

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO										FICHA
Seguimiento y control (monitoreo)										Cortes y terraplenes
OBJETIVOS										
Verificar las emisiones contaminantes del parque vehicular de acuerdo a la normatividad Verificar manejo de materiales producto de los cortes y terraplenes										
METAS										Monitoreo del 100% de la flota vehicular
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:										Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia
IMPACTOS AMBIENTALES POR MANEJAR										
Emisión de ruido, gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas. Materiales producto de cortes y terraplenes Escurrimientos superficiales										
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR										
Control	X	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación		
ACCIONES A DESARROLLAR										
Supervisar el mantenimiento a vehículos, equipo y maquinaria. Supervisar taludes por cortes. Supervisar el manejo de los materiales producto de cortes y terraplenes. Supervisar afectación a escurrimientos superficiales										
RECURSOS: Supervisor de Obra										
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN										
LUGAR DE APLICACIÓN.										Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN										Promovente/Constructor
PERSONAL REQUERIDO										Supervisor de Obra
SEGUIMIENTO Y MONITOREO										
INDICADOR		TIPO		PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN		REGISTRO		FÓRMULA/EXPRESIÓN		
Cortes y terraplenes		Cumplimiento		Meses en esta etapa		Bitácora		Día/Semana/Mes		
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)										

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO								FICHA	
Seguimiento y control (monitoreo)								**Manejo y disposición de Productos de excavación**	
OBJETIVOS									
Verificar las emisión contaminantes del parque vehicular de acuerdo a la normatividad **Verificar manejo de materiales producto de las excavaciones**									
METAS								**Monitoreo del 100% de la flota vehicular**	
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:								**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**	
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR									
Emisión de ruido, gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas. Disposición de materiales producto de excavaciones									
TIPO DE MEDIA A EJECUTAR									
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	
ACCIONES A DESARROLLAR									
Supervisar el mantenimiento a vehículos, equipo y maquinaria Supervisar el manejo de los materiales producto de excavaciones									
RECURSOS: Supervisor de Obra									
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN									
LUGAR DE APLICACIÓN.								**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**	
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN								**Promovente/Constructor**	
PERSONAL REQUERIDO								**Supervisor de Obra**	
SEGUIMIENTO Y MONITOREO									
INDICADOR	**TIPO**	**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**		**FÓRMULA/EXPRESIÓN**			
Manejo y disp. Productos de excavación	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**		**Bitácora**		**Día/Semana/Mes**			
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)									

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO										FICHA
Seguimiento y control (monitoreo)										**Cimentación de PIV y PSV´s**
OBJETIVOS										
Verificar las emisión contaminantes del parque vehicular de acuerdo a la normatividad **Verificar manejo de materiales producto de las excavaciones para cimentaciones**										
METAS										**Monitoreo del 100% de la flota vehicular** **Monitoreo del 100% del manejo de materiales**
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:										**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR										
Emisión de gases contaminantes a la atmósfera y dispersión de partículas. Materiales producto de excavaciones para cimentaciones Escurrimientos superficiales										
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR										
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación		
ACCIONES A DESARROLLAR										
1. **Supervisar el mantenimiento a vehículos, equipo y maquinaria, el manejo de los materiales producto de excavaciones y la afectación a escurrimientos superficiales**										
RECURSOS: Supervisor de Obra										
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN										
LUGAR DE APLICACIÓN.										**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN										**Promovente/Constructor**
PERSONAL REQUERIDO										**Supervisor de Obra**
SEGUIMIENTO Y MONITOREO										
INDICADOR		**TIPO**		**PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN**		**REGISTRO**				**FÓRMULA/EXPRESIÓN**
Cimentación de puentes PIV y PSV´s		**Cumplimiento**		**Meses en esta etapa**		**Bitácora**				**Día/Semana/Mes**
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)										

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO								**FICHA**		
Seguimiento y control (monitoreo)								**Construcción de bases y sub bases en ampliaciones** **Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica**		
OBJETIVOS										
Verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas para bases y sub bases de acuerdo con la normatividad vigente **Verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas para carpeta asfáltica y/o hidráulica de acuerdo con la normatividad vigente** **Verificar la canalización de escurrimientos superficiales** **Verificar manejo de materiales de desecho**										
METAS								**Monitoreo del 100% de la Construcción de bases y sub bases** **Monitoreo del 100% de la Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica** **Monitoreo del 100% de las obras de drenaje** **Monitoreo del 100% del manejo de los materiales de desecho**		
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:								**Área de Intervención Directa en el DDV y área de influencia**		
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR										
Modificación características y propiedades del suelo, básicamente por el cambio de los usos actuales Modificará las condiciones de permeabilidad del suelo, de manera permanente Contaminación del suelo por desechos de materiales asfalticos										
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR										
Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación		
ACCIONES A DESARROLLAR										
Supervisar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de proyecto Supervisar la aplicación de Normas en materia de construcción de la carpeta asfáltica Supervisar afectación a escurrimientos superficiales Supervisar el manejo de los materiales de desecho										
RECURSOS: Supervisor de Obra										
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN										
LUGAR DE APLICACIÓN.								**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**		
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN								**Promovente/Constructor**		
PERSONAL REQUERIDO								**Supervisor de Obra**		
SEGUIMIENTO Y MONITOREO										

INDICADOR	TIPO	PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN	REGISTRO	FÓRMULA/EXPRESIÓN
Construcción de bases y sub bases en ampliaciones	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**	**Bitácora**	**Día/Semana/Mes**
Construcción de carpeta asfáltica y/o hidráulica	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**	**Bitácora**	**Día/Semana/Mes**
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)				

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROYECTO	**FICHA**
Seguimiento y control (monitoreo)	**Puesta en operación**
OBJETIVOS	
Verificar el cumplimiento de las normas para el control de emisión de ruido, gases y humo: **NOM-080- SEMARNAT -1994** **NOM-081- SEMARNAT -1994** **NOM-041-SEMARNAT-2006** **Verificar la colocación de letreros informativos preventivos y restrictivos como señalización definitiva** **Verificar el manejo de los residuos de reparaciones de la capa asfáltica para que no impliquen riesgos a los usuarios de la autopista** **Verificar el mantenimiento continuo al derecho de vía, para que la visibilidad no sea obstruida por vegetación y señalamientos**	
METAS	**Monitoreo del 100% de la aplicación de las Normas vigentes** **Monitoreo del 100% de la Colocación de letreros informativos** **Monitoreo del 100% del manejo de residuos de reparaciones de la carpeta** **Monitoreo del 100% del mantenimiento al derecho de vía**
AREA DE COBERTURA – LOCALIZACION:	**Área de Intervención Directa en el DDV**
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR	
Elevación de los niveles de ruido en el sitio del proyecto Riesgo de Accidentes por Colisión y Atropellamiento	
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR	

Control	**X**	Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	
ACCIONES A DESARROLLAR									

Supervisar el cumplimiento de las Normas vigentes
Supervisar la colocación de letreros informativos
Supervisar afectación por deterioro de la carpeta asfáltica
Supervisar el manejo de los materiales de desecho

RECURSOS: Supervisor de Obra	
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	
LUGAR DE APLICACIÓN.	**Sitios de afectación directa en el DDV y área de influencia**
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN	**Promovente/Constructor/SCT**
PERSONAL REQUERIDO	**Supervisor**

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

INDICADOR	TIPO	PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN	REGISTRO	FÓRMULA/EXPRESIÓN
Puesta en operación (Por tramos	**Cumplimiento**	**Meses en esta etapa**	**Bitácora**	**Día/Semana/Mes**
Puesta en operación	**Cumplimiento**	**Permanente**	**Bitácora**	**Día/Semana/Mes**

Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)

IV.10 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

El promovente deberá presentar a la SEMARNAT una fianza o un seguro (Artículo 51 del REIA) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental. Para tal efecto deberá proporcionar la información sobre la estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante las etapas del proyecto.

La Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 185+000 al Km 210+900, en los municipios de La Huacana y Arteaga, en el estado de Michoacán, de acuerdo con el Artículo 51 del REIA se considera:

I. No se utilizarán sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables.

II. En el eje del proyecto y el área de influencia, no existen cuerpos de agua que se pongan en riesgo, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III. La realización del proyecto, no implica actividades altamente riesgosas conforme a la Ley y el reglamento (REIA).

IV. Si bien el proyecto y la RE inciden dentro de un Área Natural Protegida de carácter federal, es sobre un área de aprovechamiento en una zona de amortiguamiento, además de que será dentro del derecho de vía de la autopista.

En caso de que la Secretaría así lo determine, la Promovente presentará una propuesta de adquisición y/o contratación de seguro o fianza para garantizar el debido cumplimiento de las condicionantes enunciadas en este documento.

IV.10.1. Alcance

Este tipo de fianzas asegura el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental y, en algunos casos, garantiza que no exista dicho daño o, que si llegara a existir, los daños sean reparados por el promovente, por lo que es importante precisar el alcance de lo que la fianza garantizará, en este caso, acotar el concepto a garantizar “el debido cumplimiento de las condicionantes enunciadas en el resolutivo que se emita para el presente estudio”.

IV.10.2. Texto

Se integra a continuación en el punto VI.3.4, el formato de texto por las compañías afianzadoras, cuyas condiciones se establecen con el objetivo de proteger los intereses de las partes siguientes:

a) Precisar el concepto afianzado, esto es, acotar la obligación al cumplimiento de las condicionantes de los resolutivos

b) Vigencia cerrada de un año y en caso de no renovar al vencimiento, cancelación automática

c) Estipula la no exigibilidad de la fianza en caso de no renovarse

d) Se somete al procedimiento de ejecución establecido en la Ley Federal de Instituciones de Fianzas

IV.10.3. Monto

A continuación, se presentan los montos necesarios para la ejecución de las medidas de mitigación (Ver Anexo Programas Ambientales y Costos de Medidas de Mitigación), propuestas en esta MIA-R y que deberán formar la base del cálculo para el monto del instrumento de garantía:

Factor / Etapa	Preparación del Sitio	Construcción
Paisaje	$287,500.00	
Aire	$368,000.00	$1,351,000.00
Suelo	$821,000.00	$3,842,000.00
Agua	$117,000.00	$468,000.00
Flora	$2,546,250.00	
Fauna	$4,795,000.00	
Paisaje / Socioeconómico	$350,000.00	
Subtotales	$9,284,750.00	$5,661,000.00
Total		**$14,945,750.00**

Programa	TOTALES
Manejo de Fauna	$12,046,875.00
Conservación de Suelos	Incluido en el costo de la obra
Vigilancia Ambiental	$4,677,400.00
Manejo de Residuos	Incluido en el costo de la obra
Reforestación	$8,005,550.00
Total	**$24,729,825.00**

El Gran Total es de **$39,675,575.00**, debido a la sumatoria del total de medidas de mitigación, restauración y compensación, así como a los Programas Ambientales.

IV.10.4. Texto propuesto

ANTE LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EMITIDA PARA GARANTIZAR POR (PROMOVENTE) CON R.F.C.: _____- CON DOMICILIO EN _____ _____ _____; HASTA POR LA SUMA DE $XXXXXX PESOS. PARA GARANTIZAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES QUE SE DERIVEN DE ESTE ESTUDIO, QUE CELEBRAN POR UNA PARTE LA SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, Y POR (PROMOVENTE).

LA FIANZA ESTARÁ VIGENTE DEL DIA _____ Y HASTA EL DIA _____ DEBIENDO RENOVARSE A PETICIÓN DEL FIADO, EN FORMA ANUAL A SU VENCIMIENTO MEDIANTE EL ENDOSO CORRESPONDIENTE SI A LOS INTERESES DE LA AFIANZADORA CONVIENE, EN CASO CONTRARIO, LA PRESENTE FIANZA SE CANCELARÁ AUTOMATICAMENTE EL DIA _____

LA NO RENOVACION DE LA FIANZA, NO SERA CAUSAL DE INCUMPLIMIENTO Y EFECTIVIDAD DE ESTA PÓLIZA DE FIANZA.

ESTA INSTITUCIÓN AFIANZADORA ACEPTA SOMETERSE AL PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN ESTABLECIDO EN LOS ARTÍCULOS 93, 93 BIS Y 94 DE LA LEY FEDERAL DE INSTITUCIONES DE FIANZAS EN VIGOR Y RENUNCIA EXPRESAMENTE A LOS BENEFICIOS DE ORDEN Y EXCUSIÓN. PARA TODO LO RELATIVO AL CUMPLIMIENTO, INTERPRETACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA FIANZA, LAS PARTES SE SOMETEN EXPRESAMENTE A LA APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN DE LA MATERIA, ASÍ COMO A LA JURISDICCIÓN Y COMPETENCIA DE LOS TRIBUNALES FEDERALES DE LA CIUDAD DE MÉXICO, DISTRITO FEDERAL, RENUNCIANDO EN CONSECUENCIA A CUALESQUIERA OTRO FUERO A QUE PUDIERAN TENER DERECHO, POR RAZONES DE DOMICILIO U OTRAS CAUSAS.

PROPUESTA DE FIANZA

ANEXO FOTOGRÁFICO

FAUNA

MIA -REGIONAL DEL PROYECTO
"**Ampliación de dos a cuatro carriles de la autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas Tramo km 185+000 - km 210+9**00".



Bos taurus



Crotofaga sulcirostris



Aspidoscelis calidipes



Ctenosaura clarki



Lepus callotis

ANEXO FOTOGRÁFICO

FLORA

MIA -REGIONAL DEL PROYECTO
"**Ampliación de dos a cuatro carriles de la autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas Tramo km 185+000 - km 210+9**00".



Parkinsonia aculeata



Pachycereus weberi



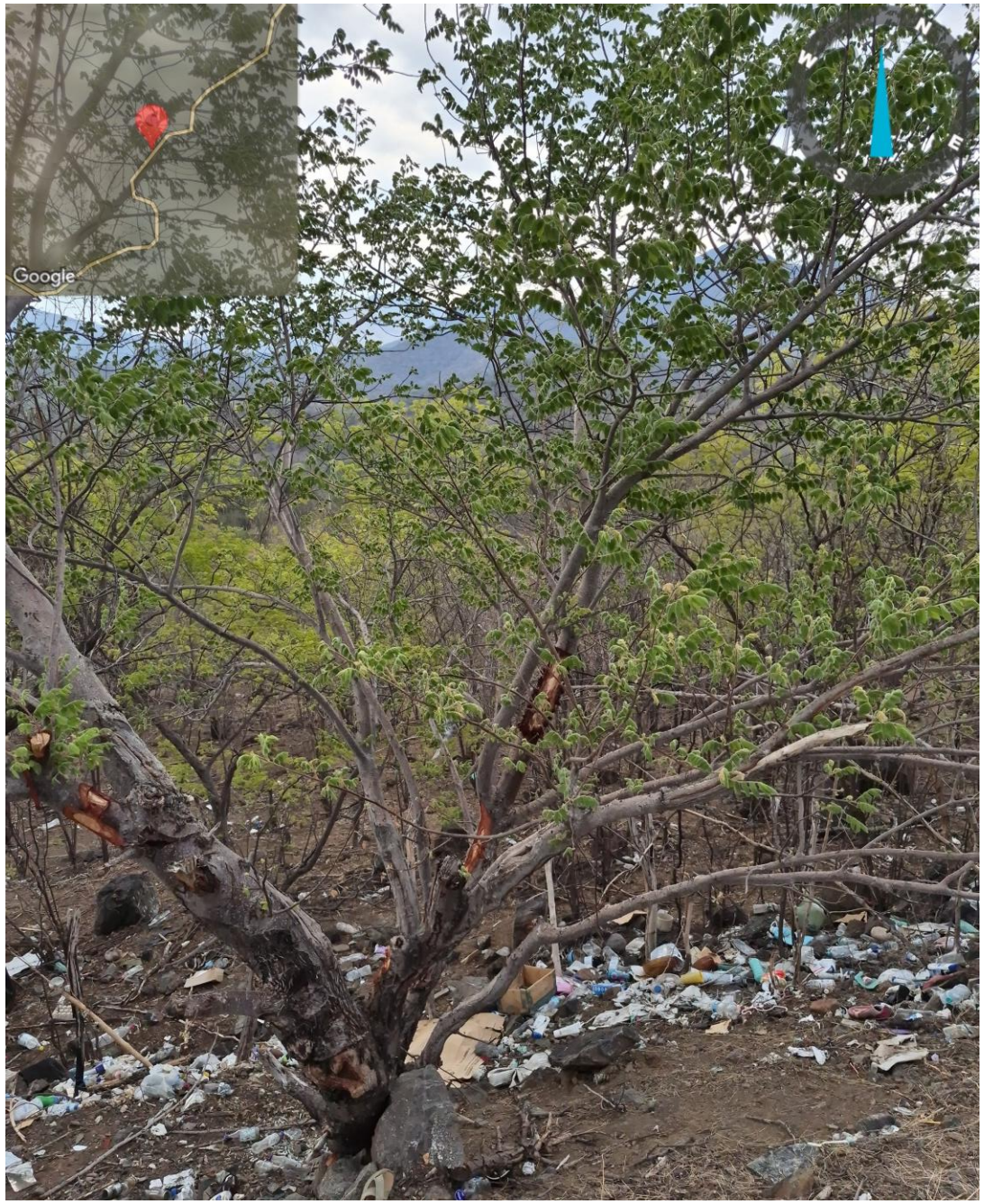
Senna wislizeni



***Burcera* sp.**



Haematoxylum brasiletto



Burcera fagaroides



Vachellia farnesiana