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 Datos generales del proyecto ..... - 3 -

I.1.1 Nombre del proyecto ..... - 3 -

I.2 Promovente ..... - 3 -

I.2.1 Nombre o razón social ..... - 3 -

I.2.5 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental ..... - 3 -

I.2.6 Ubicación del proyecto ..... - 4 -

I.2.Duración del proyecto ..... - 4 -

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS ..... - 5 -

I.3 Información general del proyecto ..... - 5 -

I.3.1 Naturaleza del proyecto ..... - 5 -

I.3.2 Justificación ..... - 7 -

I.3.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto ..... - 8 -

I.4 Características particulares del proyecto ..... - 12 -

I.2.1 ..... - 15 -

I.2.2 Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ..... - 15 -

I.2.3 Operación y mantenimiento ..... - 34 -

I.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones ..... - 36 -

I.2.5 Inversión requerida ..... - 37 -

I.2.6 Residuos ..... - 40 -

I.2.6 Generación de gases efecto invernadero ..... - 42 -

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO. ..... - 45 -

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

CONCESIONARIA DE AUTOPISTAS DE MICHOACÁN, S.A. DE C.V.

I.2.5 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:

Biól. Jesús Iroel Martínez Valdez

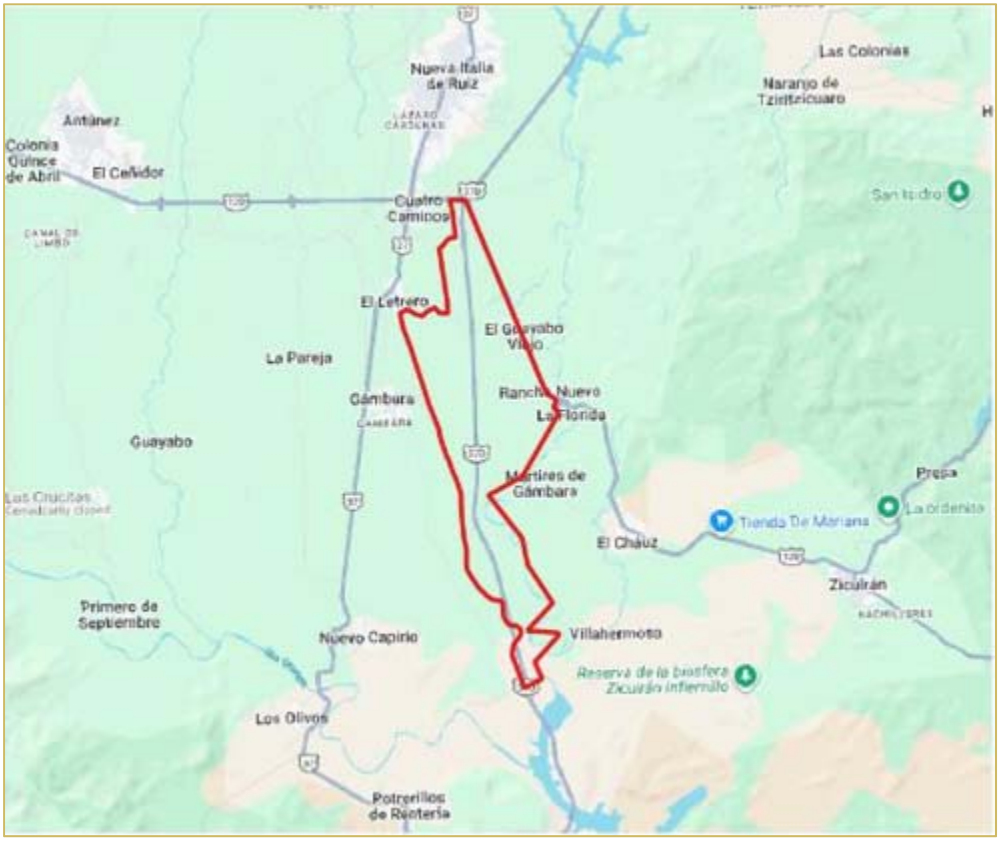
[redacted]

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). Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.2.6 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica dentro del derecho de vía de la autopista “Siglo XXI” Tramo Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Km 155+000 al Km 170+000, en el estado de Michoacán de Ocampo, municipio de Múgica.

Figura I.1. Ubicación del proyecto



I.2.Duración del proyecto

La ampliación de la Autopista Siglo XXI (Tramo del Km 155+000 al 170+000) se realizará entre 20 y 26 meses.

DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.3 Información general del proyecto

El proyecto denominado "Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000" se enmarca en las estrategias de fortalecimiento y modernización de la infraestructura carretera en la región occidente del país, particularmente en los corredores que vinculan las zonas productivas del interior con los nodos logísticos del litoral del Pacífico.

El tramo objeto de estudio se localiza en el estado de Michoacán y corresponde a un segmento inicial del corredor carretero que conecta hacia el puerto de Lázaro Cárdenas. Su importancia radica en que forma parte de una vía de comunicación de carácter interestatal, lo que le confiere un papel relevante en la continuidad funcional del corredor y en la articulación territorial entre regiones.

La ampliación del segmento comprendido entre los km 155+000 y 170+000 se plantea como una intervención puntual orientada a mejorar las condiciones de operación de la autopista, en un tramo que actualmente presenta limitaciones en su capacidad y nivel de servicio. Dichas condiciones se encuentran asociadas, en gran medida, al incremento sostenido del tránsito vehicular y a la presencia significativa de transporte de carga, lo cual incide en la eficiencia y seguridad de la circulación.

Adicionalmente, el proyecto se inserta en un contexto regional donde convergen distintas obras y acciones de infraestructura, por lo que su evaluación bajo la modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental Regional permite abordar de manera integral los posibles efectos acumulativos y sinérgicos, así como las interacciones con otros componentes del entorno.

En este sentido, la ampliación del tramo en Michoacán se concibe como una acción específica dentro de un proceso más amplio de consolidación de la red carretera, orientada a fortalecer la conectividad y funcionalidad de un corredor logístico de relevancia regional, sin que en este apartado se realice una valoración sobre su grado de congruencia con instrumentos de planeación aplicables.

I.3.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto corresponde a una obra de infraestructura carretera de carácter lineal, consistente en la ampliación y modernización de un segmento existente de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, mediante el incremento de su capacidad operativa al pasar de una sección tipo A2 (dos carriles) a una sección tipo A4 (cuatro carriles, dos por sentido de circulación).

La intervención se desarrolla sobre un trazo previamente establecido, por lo que no implica la apertura de una nueva vialidad, sino la ampliación de la sección transversal mediante la construcción de carriles adicionales y la adecuación del cuerpo existente. En términos constructivos, el proyecto considera la incorporación de un nuevo cuerpo carretero paralelo al actual, con una separación variable en función de las condiciones geométricas y topográficas, lo cual es indicativo de una solución de ampliación lateral que optimiza el uso del derecho de vía existente.

El desarrollo de las obras se plantea principalmente dentro del derecho de vía actual, cuyo ancho es variable (aproximadamente entre 40 y 60 m), aunque en sitios puntuales podrán requerirse ajustes para alojar taludes, obras de drenaje y elementos de seguridad. Bajo este enfoque, el proyecto se inserta en un corredor previamente intervenido, donde las actividades propuestas intensifican el uso del suelo destinado a infraestructura de transporte, sin generar una fragmentación adicional significativa fuera de dicha franja.

El tramo en evaluación se localiza en el estado de Michoacán, entre los cadenamientos km 155+000 y km 170+000, con una longitud aproximada de 15.8 km, formando parte del corredor carretero que da continuidad hacia el puerto de Lázaro Cárdenas. La ampliación responde al incremento sostenido en la demanda de tránsito vehicular, particularmente por la alta participación del transporte de carga, lo cual ha generado condiciones de operación limitadas en la configuración actual.

El proyecto se desarrolla en un entorno heterogéneo, caracterizado por la presencia de áreas agrícolas, vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia y zonas con pendientes moderadas. Estas condiciones influyen directamente en la definición de las soluciones de ingeniería, particularmente en la ejecución de cortes, terraplenes y obras de contención, así como en la adaptación del trazo a las condiciones del terreno.

Las obras contempladas incluyen la ampliación del ancho de corona, la construcción del nuevo cuerpo carretero, la adecuación del cuerpo existente, la ejecución de cortes y terraplenes, la ampliación y/o sustitución de obras de drenaje transversal, la construcción de drenaje longitudinal (cunetas, contracunetas y obras de desalojo), así como la instalación de señalamiento horizontal y vertical y dispositivos de seguridad vial. De manera complementaria, se prevé la intervención de estructuras existentes, tales como puentes y pasos vehiculares, así como la posible construcción de obras adicionales para garantizar la continuidad funcional del corredor.

La ampliación del tramo implica un incremento en la superficie ocupada y en la intensidad de uso del corredor, lo que conlleva efectos asociados a la remoción de cobertura vegetal, la modificación de los patrones de escurrimiento superficial, y la generación de emisiones de polvo, ruido y gases durante las etapas de preparación del sitio y construcción. No obstante, al tratarse de una intervención sobre infraestructura existente, dichos efectos se desarrollan en un entorno previamente impactado, lo cual es indicativo de que su alcance espacial se encuentra acotado al derecho de vía y sus áreas inmediatas de influencia.

I.3.2 Justificación

La ampliación del tramo comprendido entre el km 155+000 y el km 170+000 de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas se fundamenta en la necesidad de mejorar las condiciones de operación de un segmento que actualmente presenta limitaciones en su desempeño funcional, derivadas del desbalance entre la capacidad instalada (sección tipo A2) y la intensidad del tránsito que lo utiliza.

En su configuración actual, la vialidad opera con un solo cuerpo de dos carriles, lo que restringe la fluidez vehicular, particularmente en escenarios donde coexisten vehículos ligeros y transporte de carga pesada. Esta condición genera variaciones significativas en la velocidad de operación, propicia maniobra de rebase en condiciones subóptimas y aumenta la probabilidad de conflictos viales, afectando tanto la seguridad como la eficiencia del tránsito.

La modernización a una sección tipo A4 permite incrementar la capacidad de la infraestructura y redistribuir los flujos vehiculares por sentido de circulación, lo cual es indicativo de una mejora sustancial en el nivel de servicio. Esta adecuación favorece una operación más ordenada y continua, reduce las interferencias entre distintos tipos de vehículos y mejora las condiciones de seguridad vial, especialmente en tramos donde la geometría actual resulta limitante.

Asimismo, la ampliación contribuye a estabilizar las condiciones de circulación, reduciendo las fluctuaciones en la velocidad y generando mayor certidumbre en los tiempos de recorrido. Este aspecto resulta estratégico en un corredor con alta participación de transporte de carga, ya que incide directamente en la eficiencia logística y en la competitividad de las cadenas productivas vinculadas al puerto de Lázaro Cárdenas.

El proyecto se desarrolla principalmente dentro del derecho de vía existente, lo que permite optimizar el uso de una franja previamente destinada al tránsito vehicular. Este enfoque reduce la necesidad de apertura de nuevas áreas y limita la expansión de la huella del proyecto, concentrando los impactos en un corredor ya intervenido.

La ampliación fortalece la funcionalidad del corredor carretero que articula la región de Tierra Caliente con la zona costera del Pacífico, mejorando el acceso a centros de servicios, zonas productivas y nodos logísticos. Esto favorece la integración territorial y facilita el intercambio de bienes y servicios, tanto a escala regional como nacional.

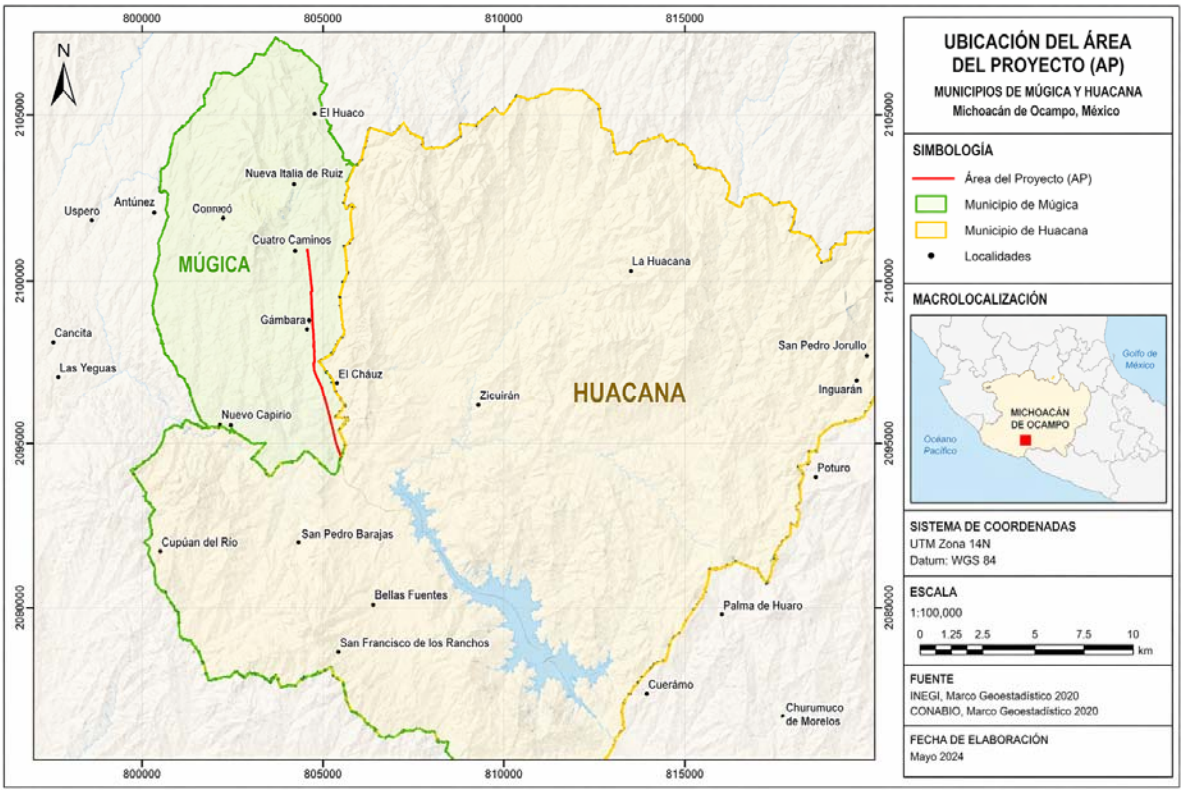
Adicionalmente, el proyecto se alinea con los objetivos establecidos en los instrumentos de planeación del sector comunicaciones y transportes, los cuales promueven el desarrollo de infraestructura carretera moderna, segura, eficiente y con enfoque regional. En particular, la modernización de ejes troncales y su vinculación con puertos estratégicos forma parte de las prioridades para fortalecer la conectividad multimodal y mejorar la competitividad del país.

De manera complementaria, una operación vehicular más uniforme puede contribuir a una reducción en el consumo de combustible por unidad de recorrido y en la emisión de contaminantes, al disminuir detenciones y cambios bruscos de velocidad, lo cual representa un beneficio indirecto en términos ambientales.

I.3.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se localiza en la región suroeste del estado de Michoacán, sobre la autopista federal de cuota 34D (Nueva Italia – Lázaro Cárdenas), en un tramo que forma parte de la red carretera que articula la región de Tierra Caliente con la franja costera del Pacífico. Este segmento representa un componente funcional dentro de la conectividad regional, facilitando la movilidad entre zonas agrícolas, localidades intermedias y áreas de intercambio económico.

Figura 1. Ubicación regional del proyecto



El tramo en estudio se desarrolla entre los cadenamientos km 155+000 y km 170+000, con una longitud aproximada de 15.8 kilómetros. El punto de inicio se ubica en las inmediaciones del entronque conocido como Cuatro Caminos, nodo carretero de relevancia regional, desde donde la autopista se dirige hacia el sur en dirección a la localidad de San Pedro Barajas, siguiendo el trazo existente de la vialidad.

A lo largo de su recorrido, el trazo del proyecto atraviesa territorios correspondientes principalmente al municipio de Múgica, en una zona de transición geomorfológica caracterizada por la presencia de lomeríos suaves intercalados con superficies relativamente planas con vocación agropecuaria. La cobertura del suelo se configura como un mosaico heterogéneo en el que predominan parcelas agrícolas, áreas con vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia y superficies previamente intervenidas asociadas a infraestructura carretera y actividades antrópicas.

El área del proyecto se delimita mediante un conjunto de vértices georreferenciados que definen el polígono del corredor carretero, los cuales se presentan en la tabla correspondiente de coordenadas. Esta delimitación constituye la base para la estimación de superficies de afectación, tanto temporal como permanente, así como para el análisis de interacción con los componentes ambientales del entorno.

Tabla 1. Coordenadas del área del Proyecto

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	806585.81	2102117.48	2	806575.04	2102072.48	3	806566.03	2102026.45	4	806558.92	2101980.10
5	806553.74	2101933.49	6	806550.48	2101886.70	7	806549.16	2101839.83	8	806549.78	2101792.93
9	806552.34	2101746.11	10	806556.78	2101699.99	11	806869.96	2098557.99	12	806873.18	2098525.57
13	806876.14	2098493.23	14	806878.85	2098460.87	15	806881.32	2098428.48	16	806883.54	2098396.08
17	806885.52	2098363.66	18	806887.25	2098331.23	19	806888.74	2098298.78	20	806889.98	2098266.25
21	806966.91	2096094.99	22	807054.40	2093625.85	23	807056.02	2093556.95	24	807056.59	2093488.07
25	807056.12	2093419.20	26	807054.60	2093350.34	27	807052.04	2093281.51	28	807048.43	2093212.73
29	807043.77	2093144.01	30	807038.07	2093075.37	31	807031.31	2093006.66	32	806973.74	2092445.76
33	806969.29	2092379.44	34	806968.73	2092312.61	35	806972.09	2092245.87	36	806979.36	2092179.44
37	806990.50	2092113.55	38	807005.49	2092048.42	39	807024.28	2091984.29	40	807046.79	2091921.37
41	807072.93	2091859.90	42	807396.44	2091205.37	43	807514.78	2090966.77	44	807531.05	2090931.59
45	807546.68	2090895.99	46	807561.61	2090860.10	47	807575.83	2090823.91	48	807589.35	2090787.46
49	807602.15	2090750.75	50	807614.22	2090713.79	51	807625.57	2090676.61	52	807636.20	2090639.21
53	808767.21	2086345.04	54	808778.60	2086313.55	55	808788.85	2086284.74	56	808799.14	2086257.26
57	808800.42	2086253.59	58	808814.52	2086219.55	59	808826.31	2086193.64	60	808845.21	2086154.73
61	808867.01	2086114.91	62	808888.59	2086075.74	63	808908.43	2086044.16	64	808999.59	2085920.56

La ampliación se llevará a cabo principalmente dentro del derecho de vía existente, mediante la transición de una sección tipo A2 a una sección tipo A4. Esta modificación implica una expansión lateral de la plataforma de rodamiento, a través de la incorporación de carriles adicionales por sentido de circulación, la adecuación de acotamientos y la implementación de elementos de separación, contención y seguridad vial. En sitios

específicos, particularmente donde las condiciones geométricas, topográficas o hidráulicas lo requieran, se contemplan ampliaciones puntuales del derecho de vía, lo cual es indicativo de ajustes localizados más que de una expansión generalizada del corredor.

Figura 2. Sección transversal tipo (A2 vs A4)



La sección transversal proyectada considera un ancho de corona estimado entre 21 y 24 metros, integrado por cuatro carriles de circulación (dos por sentido), acotamientos laterales y elementos de separación central. Por su parte, el derecho de vía presenta un ancho variable, con un rango aproximado de 40 a 60 metros, en función de las condiciones del terreno y de la necesidad de alojar taludes de corte y terraplén, cunetas, obras de drenaje y demás infraestructura complementaria.

El proyecto implica una superficie estimada del orden de 79 hectáreas dentro del corredor carretero. De esta superficie, una proporción significativa corresponderá a áreas con sellamiento del suelo asociadas directamente a la plataforma de rodamiento, acotamientos y estructuras, mientras que el resto estará conformado por zonas sin sellamiento permanente, tales como taludes, cunetas y áreas de transición. Esta diferenciación resulta relevante para la evaluación de impactos, particularmente en términos de infiltración, escurrimiento superficial y pérdida de cobertura vegetal.

De manera complementaria, el proyecto contempla la intervención de infraestructura asociada, incluyendo la ampliación, adecuación o sustitución de obras de drenaje transversal, la construcción y rehabilitación de drenaje longitudinal (cunetas, contracunetas y obras de desalojo), así como ajustes en accesos existentes y la instalación de señalamiento horizontal y vertical. Estas acciones implican ocupaciones puntuales adicionales que deberán ser consideradas en la delimitación de áreas de afectación temporal y permanente, así como en la evaluación de impactos acumulativos.

En este contexto, las dimensiones generales del proyecto se resumen en la tabla correspondiente, donde se integran los principales parámetros geométricos y operativos de la ampliación. En conjunto, estos elementos permiten caracterizar de manera integral

la escala de la intervención y su relación con el entorno físico y territorial en el que se inserta.

Tabla 2. Dimensiones generales del proyecto

Concepto	Unidad	Valor aproximado
Longitud del tramo	km	15.8
Cadenamiento inicial	km	155+000
Cadenamiento final	km	170+800
Tipo de sección actual	—	A2 (2 carriles)
Tipo de sección proyectada	—	A4 (4 carriles)
Ancho de carril	m	3.50
Ancho de acotamientos	m	2.50 (promedio)
Ancho de corona proyectado	m	21 – 24
Derecho de vía estimado	m	40 – 60
Superficie estimada del corredor	ha	~79
Tipo de intervención	—	Ampliación sobre trazo existente

Tabla 3. Superficie de afectación y sellamiento en el área del proyecto

Tipo de afectación	Condición de sellamiento	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Permanente	Con sellamiento	54.10	68.48
Permanente	Sin sellamiento	24.90	31.52
Total	—	79.00	100.00

La afectación a vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia es reducida, lo cual es indicativo de que el trazo del proyecto se desarrolla predominantemente sobre superficies previamente transformadas. En particular, el cruce por este tipo de vegetación se restringe a un segmento aproximado de 500 m lineales dentro del derecho de vía, lo que representa una proporción marginal respecto a la longitud total del proyecto. En consecuencia, la mayor parte de la superficie afectada corresponde a áreas agrícolas y zonas previamente intervenidas.

Tabla 4. Superficie de afectación por tipo de cobertura del suelo

Tipo de cobertura	Superficie afectada (ha)	Porcentaje (%)
Agricultura	58.90	74.56
Vegetación secundaria (SBC)	2.40	3.04
Áreas intervenidas / infraestructura	17.70	22.40
Total	**79.00**	**100.00**

Tabla 5. Superficie de afectación por tipo de cobertura del suelo

Tipo de ocupación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Plataforma (carriles y acotamientos)	38.50	48.73
Taludes de corte y terraplén	22.10	27.97
Obras de drenaje y zonas hidráulicas	8.40	10.63
Áreas de servicios y obras complementarias	10.00	12.66
Total	**79.00**	**100.00**

Las superficies presentadas corresponden a una estimación con base en las dimensiones del proyecto y la configuración geométrica propuesta, por lo que podrán ajustarse en etapas posteriores de ingeniería de detalle.

I.4 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en la ampliación de un segmento de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, mediante la modificación de su sección transversal de dos a cuatro carriles de circulación. Esta intervención se realizará sobre la infraestructura existente, respetando su trazo general y desarrollándose principalmente a partir de ampliaciones laterales dentro del derecho de vía actual.

El tramo considerado corresponde al comprendido entre los km 155+000 y 170+000, con una longitud aproximada de 15.0 Km. La obra contempla la incorporación de carriles adicionales por sentido, así como la adecuación de los elementos geométricos y operativos necesarios para su funcionamiento bajo condiciones de mayor capacidad y seguridad vial.

La sección tipo proyectada corresponde a una carretera tipo A4, conformada por dos cuerpos de circulación con dos carriles cada uno. Los carriles tendrán un ancho de 3.50 m, complementados con acotamientos internos de aproximadamente 1.00 m y acotamientos externos de 2.50 m. Entre ambos sentidos se dispondrá un elemento de separación central, cuya configuración específica será definida en el proyecto ejecutivo. En zonas de corte se incorporan cunetas para el manejo de escurrimientos, mientras que en terraplén se consideran soluciones para la estabilización y protección lateral.

Tabla 7. Principales características del proyecto.

Característica	Descripción
Tipo de carretera	A4 (ampliación de A2 existente)
Longitud	15.0 km
Cadenamiento	km 155+000 al km 170+000
Tipo de obra	Ampliación sobre trazo existente
Velocidad de proyecto	90 – 110 km/h
Número de carriles	4 (2 por sentido)
Ancho de carril	3.50 m
Acotamiento interno	~1.00 m
Acotamiento externo	~2.50 m

La ampliación implica la ejecución de trabajos de terracerías para el ajuste del ancho de corona, incluyendo cortes, conformación de terraplenes y preparación de la subrasante. Posteriormente, se colocará la estructura del pavimento, integrada por capas de subbase, base hidráulica y carpeta asfáltica, diseñadas en función de las cargas vehiculares previstas y de las condiciones del terreno.

La superficie de rodamiento será diseñada conforme a estándares de autopistas de altas especificaciones, garantizando niveles adecuados de regularidad superficial que permitan condiciones de confort y seguridad 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 y estructuras de conducción. Estas obras serán dimensionadas con base en análisis hidrológicos específicos del tramo.

Tabla 8. Obras de drenaje proyectadas

Tipo de obra de drenaje	Cantidad	Dimensiones típicas	Longitud total estimada (m)	Función principal
Alcantarillas de tubo (Ø 0.90 – 1.50 m)	38	Concreto reforzado	760	Conducción de escurrimientos transversales menores
Alcantarillas de cajón (1.5 × 1.5 a 3.0 × 2.0 m)	12	Concreto reforzado	240	Paso de avenidas pluviales y escurrimientos concentrados
Obras de drenaje existentes a ampliar	25	Variable	—	Adecuación a nueva sección hidráulica
Cunetas revestidas	—	Sección trapezoidal (0.8–1.5 m base)	31,600	Conducción longitudinal de escurrimientos
Contracunetas	—	Sección trapezoidal	18,500	Intercepción de escurrimientos en taludes
Bordillos	—	Concreto simple	12,000	Encauzamiento superficial y protección de taludes
Lavaderos	42	Concreto	—	Descarga controlada de escurrimientos hacia cauces naturales
Obras de disipación (cajas, escalones)	18	Concreto/mampostería	—	Reducción de energía en descargas
Canales revestidos	6	Sección rectangular/trapezoidal	1,200	Conducción en zonas críticas

Las obras de drenaje proyectadas consideran tanto la ampliación y adecuación de infraestructura existente como la incorporación de nuevos elementos, lo cual es indicativo de un enfoque integral para el manejo de escurrimientos superficiales. El dimensionamiento de estas estructuras se basa en criterios hidrológicos e hidráulicos acordes con las condiciones del sitio, incluyendo análisis de avenidas de diseño, características de la cuenca y comportamiento del escurrimiento a lo largo del corredor.

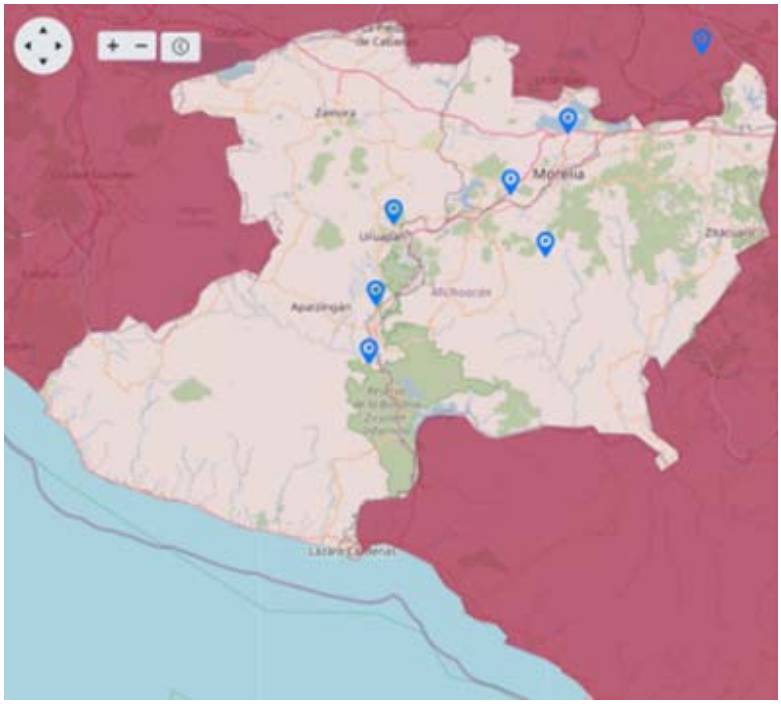
El proyecto contempla la adecuación de estructuras existentes, incluyendo obras de cruce, accesos y elementos asociados a la operación de la vialidad. Asimismo, en zonas donde las condiciones del terreno lo requieran, se implementarán medidas de estabilización de taludes mediante soluciones geotécnicas acordes a las características del sitio.

De manera complementaria, se prevé la instalación de infraestructura provisional para la ejecución de la obra, así como la posible reubicación de servicios que interfieran con la ampliación, tales como líneas eléctricas y de telecomunicaciones.

En cuanto al suministro de materiales, el proyecto requerirá volúmenes significativos de insumos pétreos para terracerías, capas estructurales del pavimento y mezclas asfálticas. Estos materiales serán obtenidos de bancos previamente identificados en el Inventario Nacional de Bancos de Materiales 2025 del Sistema de Información y Administración de Canteras (SIAC).

Los bancos se ubican cerca de la autopista, en regiones cercanas, los cuales presentan condiciones favorables en términos de calidad de materiales y viabilidad de suministro.

Figura 2. Ubicación de bancos de material



A continuación, se presenta el listado de bancos identificados, así como los tipos de materiales disponibles y su localización referencial:

Tabla 8. Bancos de material considerados para el proyecto

Banco de material	Tipo de material	Ubicación
LA ROKA	Subbase, Base, Concreto asfáltico, Sello, Concreto hidráulico	Carretera Federal Morelia - Salamanca km 22+000, desviación derecha 600 m

VAFE	Subbase, Base, Concreto asfáltico, Sello, Concreto hidráulico	Carretera estatal El Correo - Lagunillas km 04+900, desviación izquierda 200 m
HUIRAMBA	Terracerías, Revestimiento, Balasto	Morelia - Lázaro Cárdenas km 32+200, desviación izquierda 1600 m
GEGSA	Concreto asfáltico	Carretera Morelia - Salamanca km 15+000, desviación izquierda 100 m
TRICKAL	Concreto hidráulico	Carretera Morelia - Salamanca km 14+250, desviación izquierda 300 m
PARACHO	Concreto hidráulico	Carretera Carapan - Uruapan km 45+200, desviación izquierda 600 m
EL MARQUEZ	Subbase, Base, Concreto asfáltico, Concreto hidráulico	Carretera Carapan - Playa Azul km 126+200
EL CHILAR	Terracerías	Carretera Carapan - Playa Azul
TRITURADOS TAPATÍA (Banco San Francisco)	Subbase, Base, Concreto asfáltico, Concreto hidráulico	Carretera Pátzcuaro - Uruapan km 55+300, desviación derecha
GENESIS	Concreto asfáltico	Carretera Morelia - Salamanca km 15+000, desviación izquierda 100 m
ALBARRÁN	Concreto asfáltico	Calle Venecia s/n, Acámbaro, Guanajuato
Elaborado en el subtramo km 32+300 – 33+030	Concreto asfáltico	Carretera Morelia - Uruapan
EL SAUZ	Subbase, Base, Concreto asfáltico, Mezcla asfáltica en sitio, Sello, Concreto hidráulico	Carretera Celaya - Salvatierra km 113+918

El uso de estos bancos permitirá asegurar el abastecimiento continuo de materiales durante la etapa constructiva, optimizando distancias de acarreo y garantizando la calidad de los insumos conforme a los requerimientos técnicos del proyecto.

En relación con el manejo de materiales excedentes, aquellos generados durante las actividades de corte, excavación y despalme serán reutilizados en la medida de lo posible dentro del propio proyecto, particularmente en la conformación de terraplenes. Los volúmenes no aprovechables serán trasladados a sitios de disposición final autorizados, los cuales deberán cumplir con la normatividad ambiental vigente.

La ubicación de dichos sitios será definida en etapas posteriores, considerando criterios de accesibilidad, capacidad y minimización de impactos, procurando reducir distancias de transporte y evitar afectaciones adicionales al entorno.

I.2.1

I.2.2 Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

A continuación se describen las obras y actividades que se realizarán conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en cuanto a vías generales de comunicación se refiere.

I.2.2.1 Preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio se desarrollará durante los primeros 2 a 4 meses del programa de obra y comprende las actividades necesarias para habilitar las áreas de trabajo y establecer las condiciones iniciales para la ejecución de la ampliación. Estas acciones se llevarán a cabo de manera progresiva a lo largo del tramo, conforme se disponga del derecho de vía y se vayan abriendo los distintos frentes de trabajo.

Instalaciones provisionales

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

Estas instalaciones se ubicarán preferentemente dentro del derecho de vía existente o en sitios previamente intervenidos, con el fin de reducir la ocupación de nuevas áreas. Los patios de maquinaria contarán con superficies niveladas y acondicionadas para soportar el tránsito y operación de equipo pesado.

Asimismo, se habilitarán zonas específicas para el almacenamiento de combustibles y lubricantes, las cuales estarán equipadas con sistemas de contención para prevenir derrames. Las instalaciones sanitarias serán instaladas conforme a las necesidades del personal, asegurando condiciones adecuadas de operación e higiene.

Trazo y nivelación

Posteriormente, se realizarán los trabajos de trazo y nivelación, los cuales permiten definir en campo la geometría del proyecto. Estas actividades consisten en la ubicación precisa del eje de la autopista, los límites de la sección transversal y las cotas de rasante, de acuerdo con el diseño ejecutivo.

El trazo se llevará a cabo mediante equipo topográfico especializado, incluyendo estaciones totales y sistemas GNSS, lo que permitirá establecer puntos de control a lo largo del tramo. A partir de estos, se delimitarán las zonas de corte, terraplén y la ubicación de obras de drenaje y estructuras.

La nivelación permitirá definir las alturas y pendientes necesarias para la correcta ejecución de las terracerías, asegurando la continuidad del perfil longitudinal y el cumplimiento de los criterios de diseño.

Desmonte y despalme

Una vez definido el trazo, se procederá a la limpieza del terreno en las áreas donde se realizará la ampliación. El desmonte consistirá en la remoción de la vegetación existente dentro de la franja de afectación, incluyendo estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, así como la extracción de raíces y residuos vegetales.

Estas actividades se ejecutarán mediante maquinaria como tractores, excavadoras y equipo manual, dependiendo de las condiciones específicas del sitio. La intervención se concentrará principalmente en las zonas laterales al cuerpo existente de la autopista.

El despalme implicará la remoción de la capa superficial del suelo, la cual contiene material orgánico no apto para soportar cargas estructurales. Esta capa será retirada hasta alcanzar niveles con características adecuadas para la conformación de la subrasante.

El material producto del despalme será acopiado de manera temporal en áreas definidas dentro del derecho de vía, para su posterior reutilización en actividades como recubrimiento de taludes o restauración de áreas intervenidas. Los residuos vegetales generados serán manejados conforme a las disposiciones aplicables, priorizando su aprovechamiento o disposición en sitios autorizados.

I.2.2.1 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 a una sección tipo A4. Esta fase se desarrollará mediante la operación simultánea de varios frentes de trabajo distribuidos a lo largo del tramo, permitiendo avanzar de manera progresiva conforme a la disponibilidad de áreas y condiciones operativas.

Durante esta etapa se mantendrá en operación la autopista existente, por lo que se implementarán esquemas de manejo de tránsito, incluyendo señalamiento provisional, desvíos controlados y dispositivos de seguridad, con el objetivo de garantizar la continuidad del flujo vehicular y la seguridad de los usuarios.

El proceso constructivo integra diversos componentes técnicos, entre los que destacan: terracerías, drenaje, estructura de pavimento, obras estructurales, estabilización de taludes y colocación 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 de acuerdo con el diseño establecido. Estas actividades incluyen excavaciones, formación de terraplenes y preparación de la subrasante.

Las excavaciones en corte se realizarán en zonas donde la rasante de proyecto se ubique por debajo del nivel del terreno natural, empleando maquinaria adecuada según el tipo de

material presente. En caso de materiales rocosos, se podrán aplicar métodos mecánicos o técnicas controladas para su fragmentación.

La formación de terraplenes se llevará a cabo mediante la colocación de materiales en capas sucesivas de espesor controlado, las cuales serán compactadas hasta alcanzar las densidades especificadas. La calidad de los materiales será verificada conforme a criterios granulométricos y de capacidad de soporte.

La subrasante será compactada utilizando equipo especializado, asegurando condiciones adecuadas de resistencia y uniformidad, lo cual es fundamental para el desempeño estructural del pavimento.

Tabla 11. Parámetros técnicos de terracerías.

Concepto	Rango
Espesor de capa compactada	20 – 30 cm
Compactación subrasante	≥ 95% Proctor Modificado
Pendiente de taludes corte	0.5:1 a 1:1 (según material)
Pendiente de taludes terraplén	1.5:1 a 2:1
CBR mínimo subrasante	5 – 10%

El sistema de drenaje permitirá controlar y encauzar los escurrimientos superficiales, evitando afectaciones a la estructura de la carretera. Para ello, se contempla la ampliación y adecuación de obras existentes, así como la construcción de nuevos elementos donde sea necesario.

Las obras incluyen drenaje transversal mediante alcantarillas y estructuras de cruce, así como drenaje longitudinal a través de cunetas y canales laterales. Su diseño se basa en análisis hidrológicos específicos, considerando condiciones de escurrimiento propias del tramo.

Tabla 12. Parámetros de diseño hidráulico.

Elemento	Parámetro
Periodo de retorno	10 – 50 años
Pendiente mínima cunetas	0.5%
Velocidad permisible	1.5 – 3.0 m/s
Recubrimiento	Concreto o mampostería

Tabla 13. Componentes del sistema de drenaje.

Tipo	Elementos principales
Transversal	Alcantarillas, losas
Longitudinal	Cunetas, canales
Complementario	Lavaderos, bajantes, disipadores

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

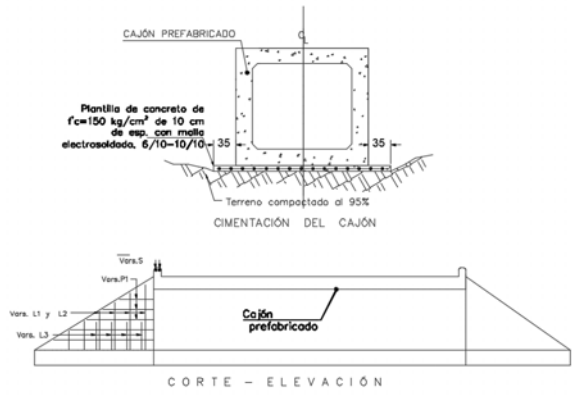


Figura 5. Sección tipo de obra de drenaje de tipo losa de concreto.

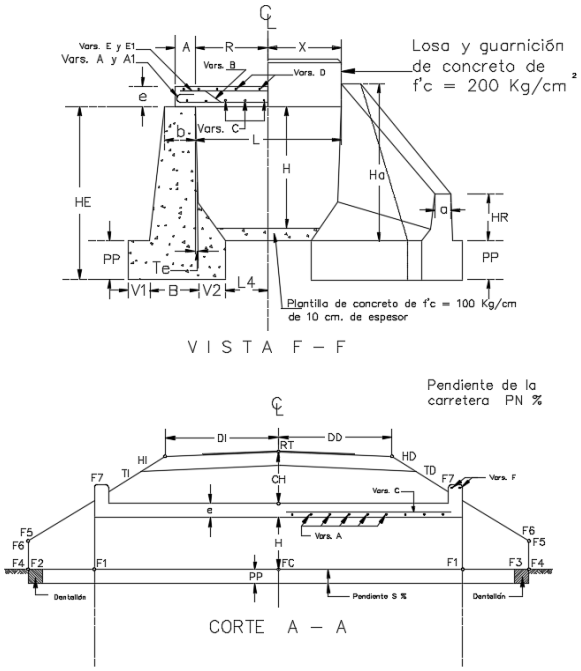


Figura 6. Sección tipo de obra de drenaje para un tubo de concreto reforzado.

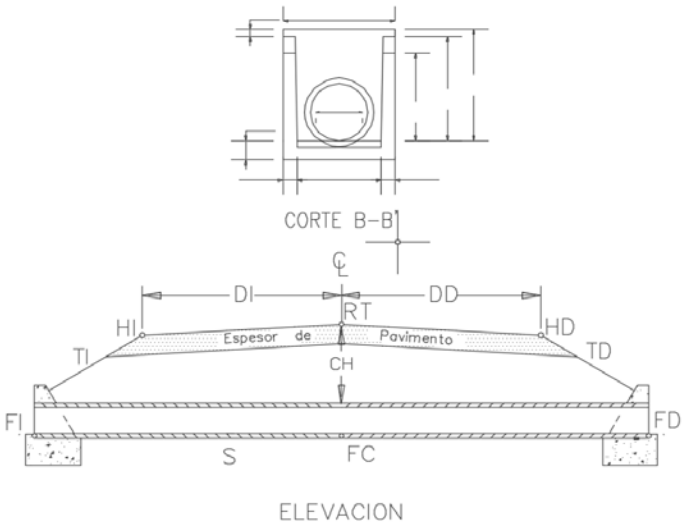


Figura 7. Sección tipo de obra de drenaje para dos tubos de concreto reforzado.

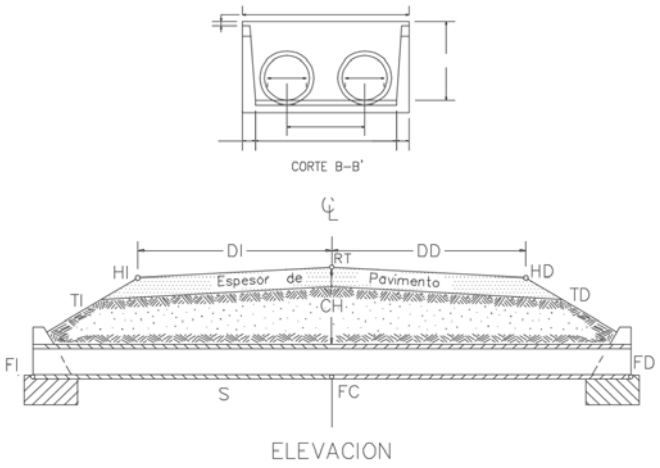
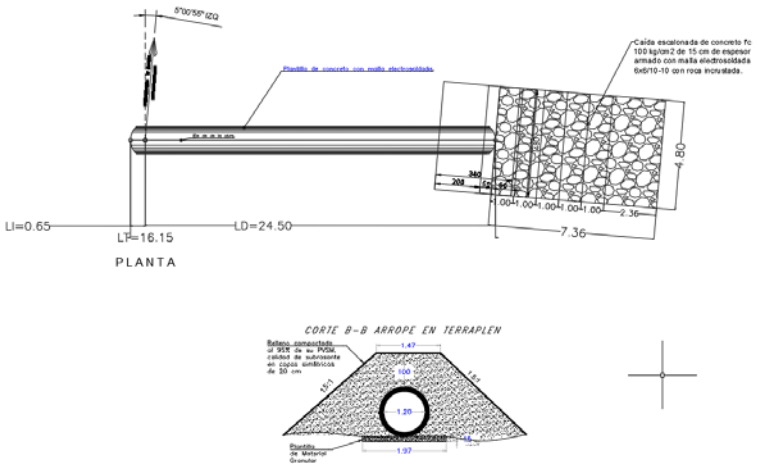


Figura 8. Sección tipo de obra de drenaje de tipo bóveda.



Estructura de pavimento

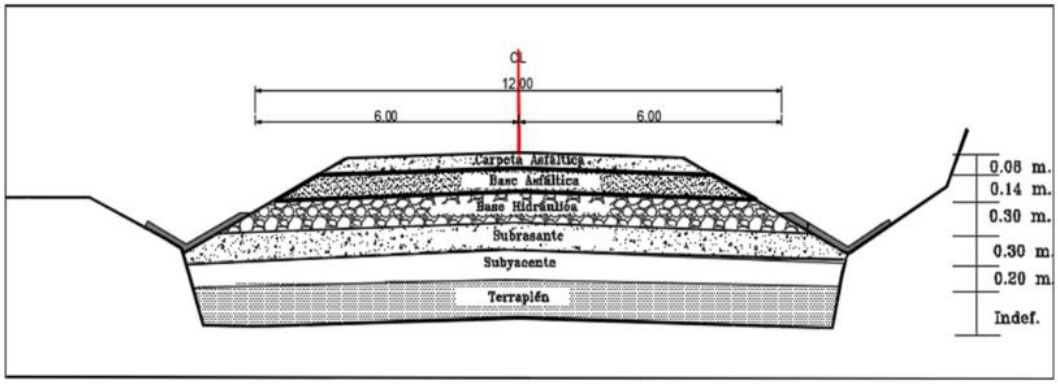
La estructura del pavimento estará diseñada para soportar las cargas del tránsito proyectado, distribuyendo los esfuerzos hacia las capas inferiores.

Tabla 14. Capas estructurales del pavimento.

Capa	Función principal	Parámetros de diseño estimados	Características técnicas	Espesor
Subbase	Transición estructural y distribución de cargas hacia la subrasante	CBR ≥ 30% Contenido de finos controlado (<12%) Compactación ≥ 95% Proctor Modificado	Material granular seleccionado, con adecuada gradación para asegurar estabilidad volumétrica y drenaje interno. Funciona como capa de transición que reduce esfuerzos transmitidos a la subrasante y mejora la capacidad de soporte del sistema.	20 – 30 cm
Base hidráulica	Soporte estructural principal del pavimento	CBR ≥ 80% Módulo resiliente: 150 – 300 MPa Compactación ≥ 100% Proctor Modificado	Material triturado de alta calidad (grava-arena), con elevada resistencia mecánica y rigidez. Proporciona la mayor capacidad estructural del sistema, distribuyendo cargas vehiculares, especialmente de tránsito pesado. Puede incluir estabilización mecánica o hidráulica según condiciones del proyecto.	15 – 25 cm
Carpeta asfáltica	Superficie de rodamiento	Módulo dinámico: 2,000 – 5,000 MPa Contenido de asfalto: 4.5 – 6.5% Vacíos: 3 – 5%	Mezcla asfáltica en caliente diseñada conforme a métodos Marshall o Superpave, con propiedades de resistencia a la deformación permanente, fatiga y fisuración. Proporciona adherencia, impermeabilidad y confort de rodadura. Puede conformarse por una o varias capas (base y rodadura).	5 – 10 cm

La colocación de estas capas se realizará mediante equipos especializados, asegurando el control de espesores, compactación y calidad. Se aplicarán riegos de impregnación y liga para garantizar la adherencia entre capas.

Figura 9. Sección tipo de la construcción del cuerpo nuevo.



Sentido de ampliación del proyecto

De la superficie total estimada del área del proyecto, la ampliación de la autopista consistirá en la expansión lateral de la corona (calzada y acotamientos), la cual se desarrollará de manera continua hacia el lado izquierdo del cuerpo existente, en el sentido de circulación hacia Lázaro Cárdenas. Esta configuración responde a criterios técnicos asociados a la geometría del trazo, las condiciones topográficas del sitio y la optimización del derecho de vía disponible, permitiendo una solución constructiva más eficiente y con menores interferencias operativas.

A diferencia de otros proyectos lineales donde se requieren cambios de lado o múltiples zonas de transición, en el presente caso la ampliación mantiene un comportamiento homogéneo a lo largo del tramo, lo cual es indicativo de condiciones favorables desde el punto de vista geométrico y de disponibilidad de espacio. Esta continuidad reduce la complejidad constructiva, minimiza la necesidad de adecuaciones provisionales al tránsito y contribuye a una ejecución más ordenada de las obras.

No obstante, podrán presentarse ajustes puntuales de carácter local, asociados principalmente a la presencia de infraestructura existente, accesos o condicionantes específicas del terreno; sin embargo, estos no modifican el criterio general de ampliación lateral hacia el lado izquierdo del corredor.

Cortes y terraplenes

Para la conformación de la sección transversal proyectada, se requerirá la ejecución de cortes y la construcción de terraplenes, con la finalidad de garantizar la estabilidad de la plataforma, mantener la continuidad geométrica del trazo y asegurar el adecuado desalojo de escurrimientos superficiales. Estas actividades se realizarán mediante el uso de maquinaria pesada, incluyendo excavadoras, tractores y equipo de compactación, conforme a las condiciones topográficas y geotécnicas del sitio.

A lo largo del tramo en estudio, las necesidades de movimiento de tierras no son homogéneas. En el segmento inicial, correspondiente a los cadenamientos cercanos al km 155+000 (sentido hacia Nueva Italia), las condiciones del terreno son relativamente favorables, por lo que las actividades se limitarán principalmente a trabajos de nivelación y ajustes menores, sin requerir cortes o terraplenes de consideración. Conforme se avanza hacia el sentido de Lázaro Cárdenas, aproximadamente a partir de la zona media del tramo, se presentan condiciones topográficas que hacen necesaria la ejecución de cortes puntuales y la conformación de terraplenes, estimándose la presencia de algunos segmentos con cortes y al menos tres zonas donde se desarrollarán terraplenes de mayor magnitud.

Se estima que las actividades de cortes y terraplenes abarcarán aproximadamente 23.80 ha dentro del área total del proyecto (~79 ha), lo cual es indicativo de que estos movimientos de tierra se concentran en sectores específicos del trazo, sin representar una intervención generalizada a lo largo de todo el corredor.

A continuación, se presenta una distribución indicativa de la superficie asociada a cortes y terraplenes por cadenamiento:

Tabla 15. Superficie estimada de cortes y terraplenes por cadenamiento1.

Cadenamiento	Superficie (ha)
km 155+000 al 156+000	0.150
km 156+000 al 157+000	0.120
km 157+000 al 158+000	0.180
km 158+000 al 159+000	0.250
km 159+000 al 160+000	1.950
km 160+000 al 161+000	2.850
km 161+000 al 162+000	3.200
km 162+000 al 163+000	2.750
km 163+000 al 164+000	2.100
km 164+000 al 165+000	1.850
km 165+000 al 166+000	1.700
km 166+000 al 167+000	1.600
km 167+000 al 168+000	1.550
km 168+000 al 169+000	1.400
km 169+000 al 170+000	1.300
Total	22.95

La distribución anterior refleja que la mayor parte de los movimientos de tierra se concentra en la porción central y hacia el extremo del tramo en dirección a Lázaro Cárdenas, lo cual es indicativo de la influencia de condiciones topográficas más accidentadas en estos sectores. En contraste, los primeros kilómetros presentan requerimientos mínimos de excavación, asociados principalmente a trabajos de ajuste y nivelación.

[1] Las superficies presentadas corresponden a una estimación preliminar y podrán ajustarse en función de los resultados de la ingeniería de detalle.

Los materiales producto de los cortes podrán ser aprovechados parcialmente en la conformación de terraplenes, lo que contribuye a optimizar el balance de materiales dentro del proyecto y a reducir la necesidad de bancos de préstamo externos. No obstante, en caso de presentarse excedentes o déficits, se considerará el manejo y disposición conforme a la normatividad aplicable.

Estructuras (puentes y pasos)

El proyecto contempla la intervención de diversas estructuras a lo largo del tramo, incluyendo puentes y pasos inferiores vehiculares (PIV), con el objetivo de adecuarlas a la nueva sección tipo A4 y garantizar la continuidad funcional y estructural del corredor carretero. Estas estructuras forman parte de los elementos críticos del proyecto, al permitir la conectividad transversal, el cruce de cauces y la integración de vialidades secundarias.

En el tramo en evaluación se identifican siete (7) pasos inferiores vehiculares (PIV) existentes, los cuales, derivado de su configuración actual y de los requerimientos geométricos de la ampliación, serán objeto de intervención. La estrategia predominante consiste en la demolición controlada y reconstrucción de las estructuras, lo cual es indicativo de la necesidad de asegurar su compatibilidad con la nueva sección transversal, así como de cumplir con los criterios actuales de diseño estructural, capacidad de carga y seguridad vial.

Adicionalmente, se prevé la intervención puntual en estructuras tipo puente, particularmente en aquellos sitios donde el trazo intersecta escurrimientos o cauces, requiriendo su ampliación o adecuación hidráulica. Para estas estructuras, el diseño se sustentará en estudios específicos de tipo hidrológico, hidráulico, geotécnico y topográfico, lo cual es indicativo de un enfoque integral para garantizar su estabilidad, funcionalidad y vida útil bajo condiciones de operación de una autopista de altas especificaciones.

Desde el punto de vista estructural, las obras estarán conformadas por elementos de cimentación (pilotes, zapatas o losas), subestructura (estribos, pilas y muros de contención) y superestructura (trabes prefabricadas presforzadas y losa de rodamiento). En el caso de puentes, se contempla el uso de sistemas a base de trabes tipo cajón o similares, sobre las cuales se dispondrá una losa de concreto y carpeta de rodamiento asfáltica, complementadas con parapetos, guarniciones y elementos de seguridad.

Las afectaciones asociadas a estas estructuras serán de carácter puntual y localizado, concentrándose principalmente en las zonas de cimentación y áreas de maniobra durante su construcción. No obstante, se considera que la remoción de vegetación y la alteración del terreno se limitarán estrictamente a lo necesario para la ejecución de las obras.

Proceso constructivo de PIV

El proceso constructivo de los pasos inferiores vehiculares (PIV) se desarrollará mediante una secuencia técnica ordenada que inicia con la implementación de desvíos provisionales y la instalación de dispositivos de control de tránsito, a fin de garantizar la continuidad de la circulación durante las obras. Posteriormente, se llevará a cabo la demolición de la estructura existente, incluyendo tanto la superestructura como la subestructura.

Una vez liberada el área de trabajo, se procederá a la excavación y preparación del terreno de cimentación, conforme a las condiciones geotécnicas del sitio. Sobre esta base se ejecutarán las cimentaciones, las cuales podrán consistir en zapatas, losas o pilas, dependiendo de los requerimientos estructurales y del tipo de suelo. Posteriormente, se construirá la subestructura, integrada por estribos y muros laterales.

En etapas subsecuentes, se realizará el montaje de trabes prefabricadas presforzadas, que conformarán el sistema portante de la superestructura, seguido del colado de la losa de rodamiento. Finalmente, se ejecutarán las obras complementarias, incluyendo sistemas de drenaje, losas de aproximación, parapetos y elementos de seguridad vial.

El proceso concluye con la restitución de la vialidad, la integración de la nueva estructura al sistema carretero y el retiro de los desvíos provisionales, restableciendo así las condiciones normales de operación del tramo.

Figura 10. Sección transversal tipo de un Puente.

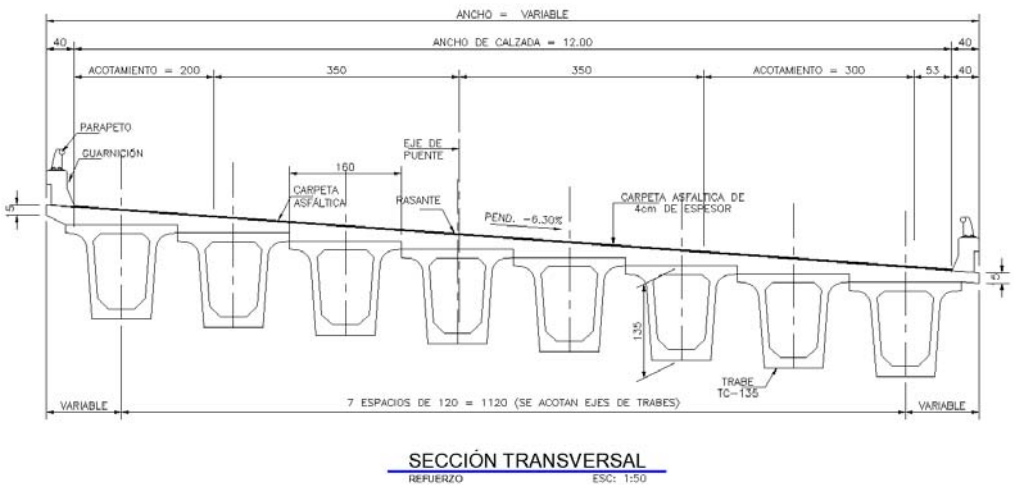
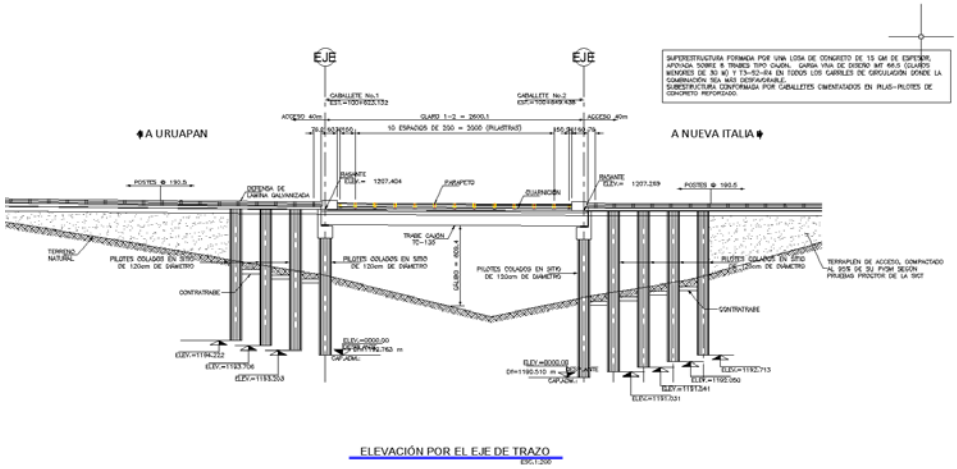


Figura 11. Elevación por eje del trazo de un Puente.



Los pasos inferiores vehiculares (PIV) serán construidos mediante losas de concreto reforzada, trabes de tipo AASHTO, cimentados mediante el hincado de pilotes, así como la contención mediante muros mecánicamente estabilizados, así como una carpeta de rodamiento de concreto asfáltico. También se construirán guarniciones, banquetas y parapetos. En las siguientes figuras se muestran la sección tipo trasversal y la elevación por eje del trazo de los PIV.

Tabla 16. Parámetros estructurales.

Elemento	Parámetro estimado
Claro de trabes	20 – 40 m
Tipo de trabe	Prefabricada presforzada
Concreto estructural	f'c = 250 – 400 kg/cm²
Acero de refuerzo	Fy = 4,200 kg/cm²

Figura 12. Sección transversal tipo de un PIV.

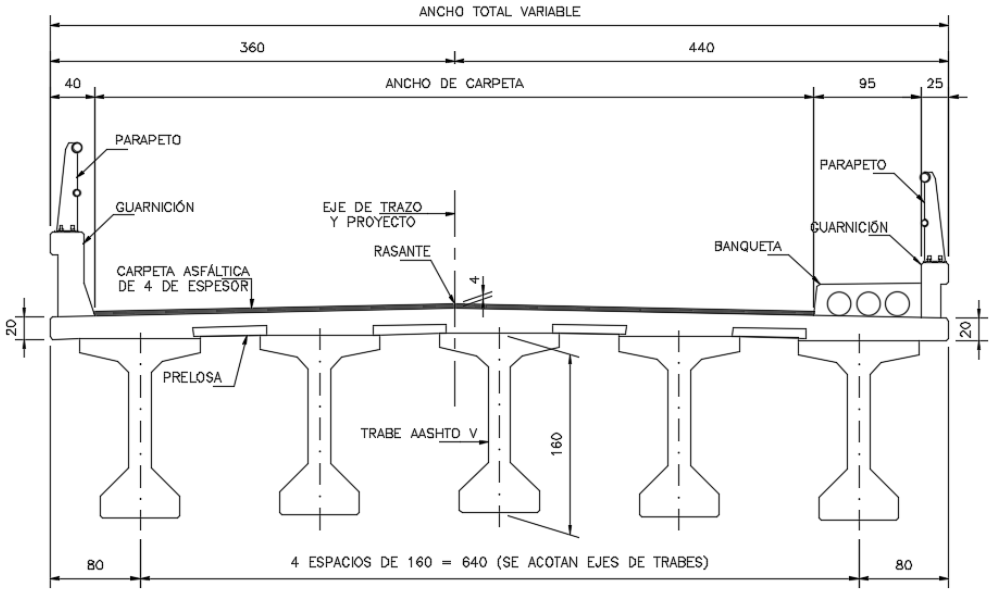


Figura 13. Elevación por eje del trazo de un PIV.

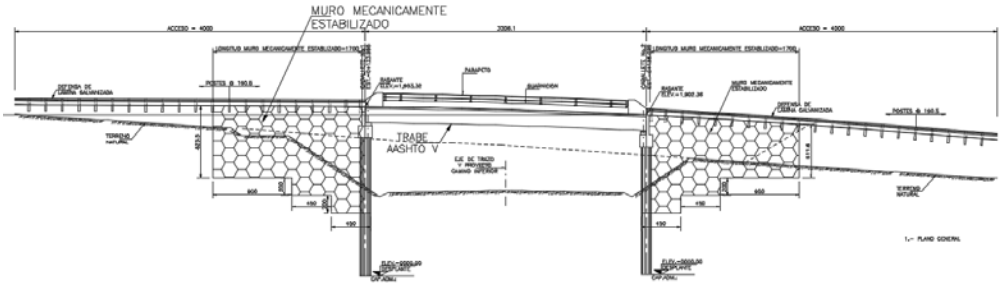


Tabla 17. Pasos Inferiores Vehiculares (PIV) del proyecto

No. PIV	Cadenamiento	Tipo de intervención
PIV-01	km 155+900	Demolición y reconstrucción
PIV-02	km 159+650	Demolición y reconstrucción
PIV-03	km 162+240	Demolición y reconstrucción
PIV-04	km 165+480	Demolición y reconstrucción
PIV-05	km 166+370	Demolición y reconstrucción
PIV-06	km 167+220	Demolición y reconstrucción
PIV-07	km 169+520	Demolición y reconstrucción

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.

Figura 14. Sección transversal tipo de un puente canal.

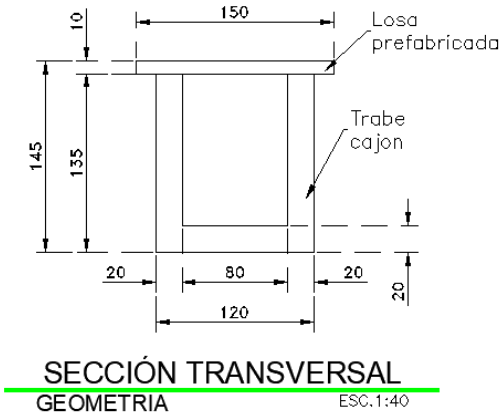
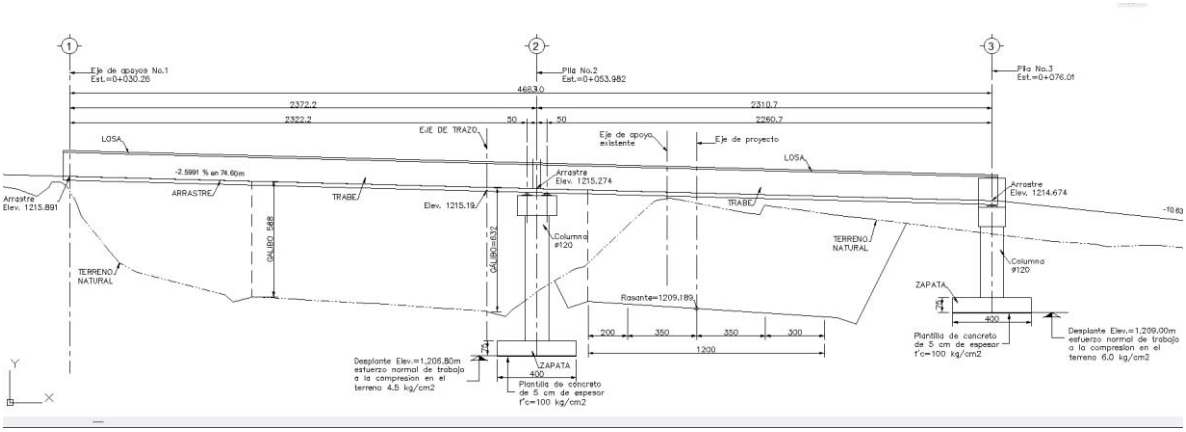


Figura 15. Elevación por eje del trazo de un puente canal.



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.

Las estructuras proyectadas considerarán soluciones basadas en trabes prefabricadas presforzadas, con claros típicos en el rango de 20 a 40 metros, lo cual permite optimizar los tiempos constructivos y garantizar un adecuado comportamiento ante cargas vehiculares repetitivas. Las cimentaciones serán definidas en función de la capacidad portante del terreno, pudiendo emplearse soluciones superficiales o profundas según las condiciones específicas de cada sitio.

Cimentaciones:

Se diseñan en función de la capacidad portante del suelo, pudiendo emplearse zapatas aisladas, losas de cimentación o pilas profundas.

Subestructura:

Incluye elementos como estribos, pilas y cabezales, los cuales transmiten las cargas al terreno.

Superestructura:

Integrada por trabes (prefabricadas o coladas en sitio) y losas de rodamiento. Su construcción implica procesos de izaje, montaje, cimbrado, colado y curado del concreto.

Estas obras requieren control estricto de alineamientos, niveles y calidad de materiales.

Tabla 18. Parámetros estructurales.

Elemento	Parámetro de diseño estimado	Características técnicas	Consideraciones estructurales
Claro de trabes	20 – 40 m	Rango típico para puentes carreteros de claros medios, optimizado para reducir número de apoyos y facilitar el paso hidráulico o vehicular inferior.	La longitud del claro se define en función de la topografía, cauce a cruzar y condiciones geotécnicas; influye directamente en el tipo de superestructura y en las cargas transmitidas a la subestructura.
Tipo de trabe	Prefabricada presforzada (pretensada o postensada)	Elementos de concreto presforzado tipo I, AASHTO o cajón, fabricados en planta y montados en sitio mediante maniobras de izaje.	Permiten mayor control de calidad, reducción de tiempos constructivos y mejor comportamiento ante cargas repetitivas; diseñadas conforme a especificaciones de carga vehicular (p. ej., carga tipo HL-93 o equivalente SCT).
Concreto estructural	f'c = 250 – 400 kg/cm²	Concreto hidráulico de resistencia media a alta, empleado en elementos estructurales como losas, trabes, pilas, estribos y cabezales.	La resistencia se selecciona en función de las solicitaciones estructurales, durabilidad requerida y condiciones de exposición (humedad, agentes agresivos, etc.).
Acero de refuerzo	Fy = 4,200 kg/cm²	Acero corrugado de alta resistencia para refuerzo de elementos de concreto armado.	Diseñado para resistir esfuerzos de tensión y complementar el comportamiento del concreto; cumple con especificaciones normativas para ductilidad y adherencia.

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.

Estas medidas se diseñan con base en análisis de estabilidad y condiciones geológicas del sitio.

Tabla 19. 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 pasivos o activos para prevenir desprendimientos de bloques y controlar la inestabilidad asociada a fracturamiento del macizo rocoso.
Taludes de gran altura (> 8 m)	Análisis de estabilidad global Empujes activos y pasivos	Muros de contención (gravedad, gaviones o mecánicamente estabilizados)	Construcción de estructuras de contención para resistir empujes laterales del terreno, mejorar la estabilidad global y permitir el desarrollo de secciones en condiciones geométricas restringidas.
Zonas con erosión superficial	Intensidad de escurrimiento Tipo de suelo (erosionabilidad)	Hidrosiembra y recubrimientos superficiales	Aplicación de técnicas de protección superficial como hidrosiembra, mantos orgánicos o geosintéticos, para reducir la pérdida de suelo por acción del agua y favorecer la estabilización a largo plazo.

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 del corredor. La disposición, espaciamiento y especificaciones de estos elementos se establecen conforme a la normatividad vigente aplicable a autopistas tipo A4, asegurando

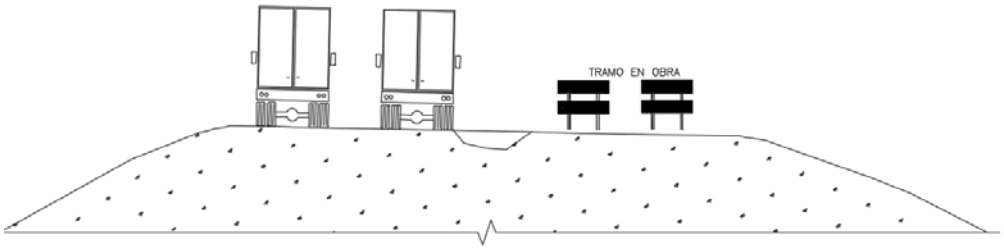
condiciones óptimas de visibilidad diurna y nocturna, así como una adecuada legibilidad a las velocidades de operación previstas.

Tabla 20. Elementos de señalamiento.

Tipo	Componentes principales	Función operativa
Señalamiento horizontal	Líneas longitudinales, marcas de carril, flechas, símbolos	Delimitación de carriles, regulación de maniobras, control de trayectoria
Señalamiento vertical	Señales preventivas, restrictivas e informativas	Advertencia de condiciones del camino, regulación normativa e información al usuario
Dispositivos de seguridad	Barreras metálicas, defensas, terminales, atenuadores	Contención de vehículos, reducción de severidad de impactos, protección lateral

El señalamiento horizontal se ejecuta mediante la aplicación de materiales con alta durabilidad y resistencia al desgaste, colocados sobre la superficie de rodamiento previamente limpia y seca, utilizando equipos de aplicación especializados que garantizan uniformidad en espesores y geometría. Se consideran líneas continuas y discontinuas, marcas de separación de carriles, líneas de borde y elementos complementarios conforme al patrón de circulación definido en el proyecto.

Figura 16. Señalamiento de obra



Por su parte, el señalamiento vertical se instala mediante estructuras de soporte metálicas ancladas al terreno o a elementos estructurales, con cimentaciones diseñadas para resistir cargas de viento y condiciones ambientales. Las señales son fabricadas con láminas galvanizadas y recubrimientos reflejantes de alta intensidad, lo cual es indicativo de su capacidad para mantener visibilidad en condiciones nocturnas o de baja iluminación.

Los dispositivos de seguridad incluyen sistemas de contención longitudinal, principalmente barreras metálicas tipo defensa, ubicadas en márgenes de la vía y en zonas con riesgos laterales, así como barreras centrales en aquellos segmentos donde se requiera separación física entre sentidos de circulación. Adicionalmente, se consideran terminales de absorción de energía y elementos de transición en inicios y finales de barreras, diseñados para reducir la severidad de impactos.

Figura 17. Características particulares, dimensiones y detalles de algunas de las señales.

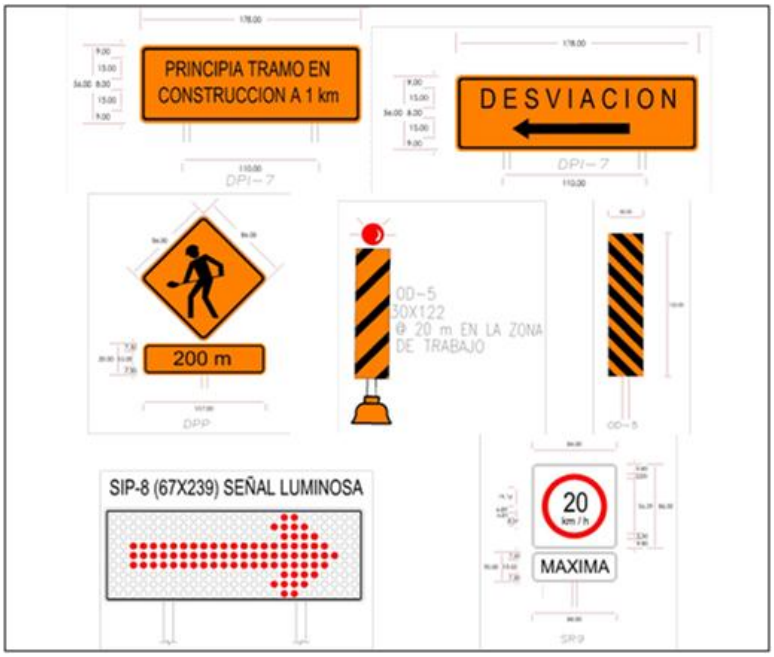


Tabla 21. Especificaciones.

Elemento	Característica técnica
Material de señalamiento horizontal	Pintura termoplástica o base agua con microesferas reflejantes
Reflectividad	Alta intensidad (tipo ingeniería o superior, conforme a normativa vigente)
Barreras metálicas	Tipo W-beam galvanizada, con postes de acero o madera tratada
Separador central	Barrera rígida de concreto o sistema metálico de contención
Señales verticales	Lámina galvanizada con película retrorreflectante grado ingeniería o alta intensidad
Postes de soporte	Acero estructural con protección anticorrosiva

La instalación de estos elementos se realiza de manera coordinada con las etapas finales de la obra, asegurando su correcta integración con la geometría del camino y garantizando la continuidad funcional del sistema a lo largo de todo el tramo intervenido. Asimismo, se llevan a cabo pruebas de visibilidad y verificación de alineamiento, con el fin de asegurar el cumplimiento de los criterios técnicos establecidos para autopistas de altas especificaciones.

Obras complementarias e inducidas

Como parte integral del desarrollo del proyecto, se ejecutan obras complementarias e inducidas orientadas a garantizar la adecuada integración funcional de la autopista ampliada con la infraestructura existente y con las condiciones operativas del entorno.

Estas intervenciones se derivan tanto de requerimientos técnicos del proyecto como de interferencias identificadas durante el proceso constructivo.

Las obras complementarias comprenden la adecuación geométrica y funcional de accesos, entronques y retornos existentes, mediante la ampliación de carriles de incorporación y desincorporación, ajuste de radios de curvatura, incorporación de carriles de aceleración y desaceleración, así como la reconfiguración de intersecciones a nivel o a desnivel conforme a las condiciones del tránsito y seguridad vial. Estas adecuaciones se diseñan con base en la velocidad de proyecto y en los volúmenes de tránsito esperados, asegurando transiciones seguras entre la autopista y la red secundaria.

En paralelo, se contempla la reubicación, protección o adecuación de infraestructura existente que interfiera con la ampliación de la sección transversal, incluyendo líneas de transmisión eléctrica, redes de distribución, instalaciones de telecomunicaciones, ductos y servicios locales. Estas actividades se ejecutan en coordinación con las dependencias y concesionarios correspondientes, considerando criterios de seguridad, continuidad operativa y cumplimiento normativo.

Asimismo, se desarrollan obras auxiliares necesarias para la operación del proyecto, tales como accesos de mantenimiento, caminos de servicio, obras de protección marginal, cercamientos, obras de drenaje complementarias y elementos de control de escurrimientos. En conjunto, estas intervenciones permiten asegurar la funcionalidad integral del corredor carretero, así como su compatibilidad con las condiciones físicas y operativas del entorno inmediato.

Tabla 22. Obras complementarias asociadas al proyecto y sus características técnicas.

Tipo de intervención	Componentes principales	Descripción técnica
Adecuación de accesos y entronques	Carriles de aceleración/desaceleración, retornos, intersecciones	Ajuste geométrico y operativo conforme a velocidad de proyecto y seguridad vial
Reubicación de infraestructura	Líneas eléctricas, telecomunicaciones, ductos	Desplazamiento, protección o adecuación para evitar interferencias
Obras auxiliares	Caminos de servicio, accesos de mantenimiento, cercamientos	Soporte a la operación, conservación y control del derecho de vía
Obras hidráulicas complementarias	Cunetas adicionales, obras de protección	Control de escurrimientos y protección de la infraestructura

Cierre de obra

El cierre de obra constituye la fase final del proceso constructivo, en la cual se ejecutan las actividades necesarias para la entrega del proyecto en condiciones óptimas de operación, asegurando la eliminación de elementos temporales, la restitución de áreas intervenidas y la estabilización definitiva de los componentes de la obra.

Durante esta etapa se lleva a cabo la limpieza general del sitio, que implica el retiro sistemático de residuos de construcción, materiales sobrantes, escombros y cualquier

elemento ajeno a la operación de la autopista. Esta actividad incluye la recolección, clasificación y disposición de residuos conforme a la normatividad aplicable, garantizando que no permanezcan pasivos ambientales asociados a la fase constructiva.

De manera paralela, se realiza el desmantelamiento de instalaciones provisionales utilizadas durante la obra, tales como campamentos, patios de maquinaria, almacenes y plantas temporales. Estas áreas son acondicionadas mediante la conformación del terreno, restitución de perfiles y, en su caso, incorporación de cobertura vegetal, con el fin de integrarlas nuevamente al entorno.

Finalmente, se ejecutan trabajos de estabilización final en taludes, terraplenes y áreas adyacentes a la vía, mediante la conformación definitiva de pendientes, colocación de recubrimientos, obras de protección contra erosión y, cuando corresponde, revegetación con especies adecuadas a la región. Estas acciones tienen como objetivo asegurar la estabilidad a largo plazo de la infraestructura y minimizar procesos de degradación superficial.

Tabla 23. Actividades de cierre.

Actividad	Descripción técnica
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

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.

I.2.3 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 carretera tipo A4. 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 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 24. Niveles de intervención para conservación y mantenimiento de la infraestructura carretera

Nivel de intervención	Alcance técnico	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, 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, 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.

Adicionalmente, se implementan 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 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. 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.

I.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto corresponde a infraestructura carretera de servicio permanente, concebida para operar de manera continua durante un horizonte de largo plazo, condicionado al cumplimiento de programas sistemáticos de conservación y mantenimiento. En este tipo de obras, la noción de abandono no se asocia a un cese abrupto de actividades, sino a escenarios de reconversión, modernización o, en su caso, sustitución de la infraestructura existente. Bajo este enfoque, no se prevé el abandono del sitio en condiciones convencionales de operación.

Se adopta una vida útil de referencia del orden de 50 años para los principales componentes estructurales, particularmente el pavimento y las obras de drenaje, horizonte a partir del cual podrían plantearse intervenciones de rehabilitación mayor, reconstrucción o adecuación a nuevas condiciones de demanda. En este contexto, un escenario de desmantelamiento total resulta poco probable desde el punto de vista funcional, aunque es técnicamente factible en caso de modificaciones sustanciales en la configuración de la red carretera o en los patrones de movilidad regional.

En un escenario eventual de retiro de la infraestructura, las actividades se desarrollarían de manera secuencial y controlada, iniciando con la desincorporación de los elementos superficiales que conforman la superestructura del camino. Esto implicaría la remoción de la carpeta de rodamiento mediante procesos de fresado o demolición mecánica, así como el retiro de señalamiento horizontal y vertical, defensas metálicas, barreras de contención y demás dispositivos de seguridad vial. Los materiales resultantes serían clasificados conforme a sus características físicas, privilegiando su reutilización o reciclaje, particularmente en el caso de mezclas asfálticas y elementos metálicos.

Posteriormente, se llevaría a cabo el desmantelamiento de elementos estructurales, en caso de que la condición del proyecto así lo requiera. Esta fase incluiría la demolición controlada de puentes, pasos superiores o inferiores y obras de drenaje de mayor envergadura, empleando técnicas especializadas que permitan garantizar la estabilidad del entorno inmediato y el manejo adecuado de los residuos generados. La demolición de estructuras de concreto implicaría procesos de fragmentación y acopio, mientras que los elementos de acero serían retirados para su reciclaje en cadenas productivas autorizadas.

El manejo de residuos derivados del desmantelamiento constituiría un componente central del proceso, incorporando esquemas de segregación en sitio, acopio temporal y transporte hacia instalaciones autorizadas para su disposición final o valorización. En este sentido, materiales como concreto, acero y agregados pétreos podrían reincorporarse a procesos constructivos, mientras que aquellos no susceptibles de aprovechamiento serían dispuestos conforme a la normatividad aplicable.

Una vez concluidas las actividades de retiro, se procedería a la restauración física del sitio, la cual incluiría la reconformación del terreno mediante el perfilado de la superficie, la estabilización de taludes y la restitución de condiciones de drenaje superficial. Dependiendo del uso futuro del suelo, podrían implementarse acciones de revegetación con especies nativas, orientadas a favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y la integración del área al entorno circundante.

Es importante señalar que cualquier proceso de desmantelamiento estaría sujeto a la elaboración de un programa específico, en el que se definan con precisión las técnicas constructivas a emplear, la logística de manejo de materiales, las medidas de seguridad y los lineamientos ambientales aplicables en el momento de su ejecución. Dicho programa se formularía conforme al marco normativo vigente y a las condiciones particulares del sitio en ese momento.

La naturaleza del proyecto y su función dentro de la red carretera hacen que el escenario más probable no sea el abandono, sino su permanencia mediante esquemas de mantenimiento, rehabilitación y modernización progresiva. No obstante, la consideración de un escenario de desmantelamiento permite establecer criterios técnicos y ambientales para una eventual gestión de cierre, asegurando que, en caso de materializarse, se realice bajo condiciones controladas y compatibles con la protección del entorno.

I.2.5 Inversión requerida

La inversión estimada para la ejecución del proyecto "Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000" asciende a un monto aproximado de $2,800,000,000.00 (dos mil ochocientos millones de pesos 00/100 M.N.), el cual se considera consistente con proyectos de ampliación carretera de altas especificaciones en el país, en función de su longitud (15.0 Km), tipo de sección (A4) y requerimientos constructivos asociados.

En lo relativo a la gestión ambiental, se contempla la asignación de un porcentaje del monto total de inversión para la implementación de medidas de prevención, mitigación, compensación y, en su caso, restauración ambiental. Este porcentaje se estima en un rango de entre 0.33% del total de la inversión, lo que representa un monto aproximado de $$9,311,847.00 pesos, el cual podrá ajustarse en función de las medidas específicas que se definan en el Capítulo IV del presente estudio.

Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo)

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 20 a 26 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción, contados a partir de la obtención de las autorizaciones correspondientes.

Considerando que se trata de la ampliación de una vía en operación, se contempla la habilitación de diversos frentes de trabajo distribuidos a lo largo del tramo, los cuales

podrán ejecutarse de manera simultánea en función de las condiciones del sitio y la logística constructiva. Esta estrategia permite optimizar tiempos de ejecución y mantener la circulación vehicular mediante la implementación de señalamiento provisional, desvíos controlados y medidas de seguridad vial.

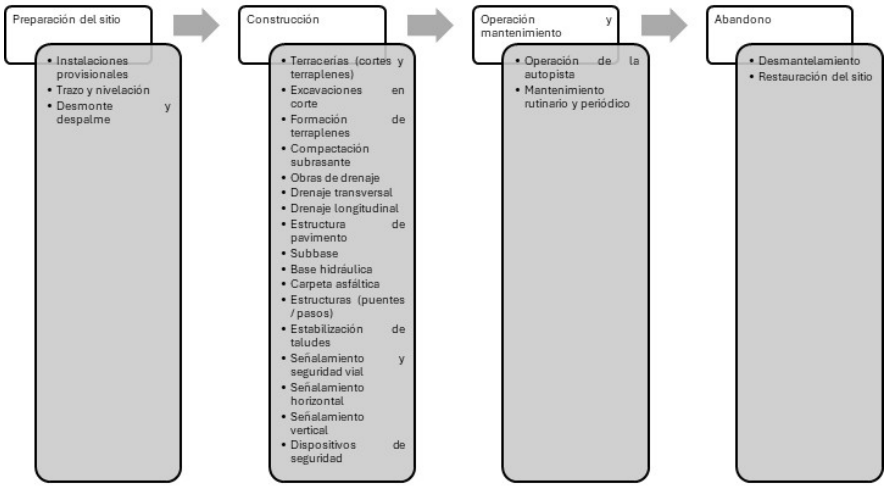
El desarrollo del proyecto se organiza en tres etapas principales: preparación del sitio, construcción y cierre de obra, dentro de las cuales se integran las actividades específicas de la ampliación.

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.

Figura 3. Secuencia general del procedimiento constructivo



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 9. Programa general de trabajo del proyecto

Etapa	Actividades principales	Duración estimada
Preparación del sitio	Liberación de derecho de vía, desmonte, instalaciones provisionales	2 – 4 meses
Construcción	Terracerías, pavimentación, drenaje, estructuras, señalamiento	16 – 20 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 10. Programa de trabajo (etapa de preparación del sitio y construcción)

Actividad / Meses	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-26
Preparación del sitio	●	●							
Instalaciones provisionales	●	●							
Trazo y nivelación	●	●							
Desmonte y despalme	●	●	●						
Construcción		●	●	●	●	●	●	●	
Terracerías		●	●	●	●				
Obras de drenaje			●	●	●	●			
Estructuras (puentes y pasos)			●	●	●	●			
Estructura de pavimento				●	●	●	●		
Estabilización de taludes			●	●	●	●	●		
Señalamiento y seguridad				●	●	●	●		
Cierre de obra								●	●

El programa contempla que varias actividades puedan ejecutarse de manera paralela en distintos puntos del tramo, particularmente las relacionadas con terracerías, drenaje y pavimentación, lo que permite optimizar recursos y reducir tiempos de ejecución. La secuencia podrá ajustarse conforme a factores como condiciones climáticas, disponibilidad de materiales, avances en la liberación del derecho de vía y requerimientos operativos de la autopista en servicio.

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. En esta etapa se realizarán actividades de mantenimiento rutinario y

periódico, incluyendo conservación de la carpeta asfáltica, limpieza de drenaje, reposición de señalamiento y control de vegetación.

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 y restauración del sitio conforme a la normatividad aplicable en su momento.

I.2.6 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 actividades de desmonte, despalme, cortes, excavaciones, terracerías y, en su caso, demoliciones. Estos residuos están constituidos por materiales de origen mineral, orgánico o industrial no peligroso, cuya cantidad y volumen son considerablemente mayores en comparación con otros tipos de residuos.

A continuación, se presenta una síntesis de los principales residuos de manejo especial asociados al proyecto y su manejo previsto:

Tabla 25. 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

El manejo de estos materiales prioriza su aprovechamiento dentro del propio proyecto, particularmente en la conformación de terraplenes, rellenos y obras auxiliares, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y reducir la necesidad de disposición externa.

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 NOM-052-SEMARNAT-2005. Su origen se asocia principalmente al mantenimiento y operación de maquinaria y equipo, así como al uso de insumos como combustibles, lubricantes, solventes y pinturas.

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, así como suelos contaminados en caso de derrames accidentales.

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, en cumplimiento con las disposiciones aplicables. 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, así como protocolos de atención inmediata en caso de contingencias, lo que permite reducir el riesgo de afectación al suelo o a cuerpos de agua.

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

I.2.6 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 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, piloteadoras, 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 gases de efecto invernadero que se prevé se generen como resultado de la combustión de estos combustibles son principalmente bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), los cuales corresponden a los compuestos típicamente asociados a motores de combustión interna. De manera complementaria, durante las actividades de movimiento de tierras también se generarán emisiones de partículas suspendidas (polvo), las cuales, si bien no son GEI, forman parte de las emisiones atmosféricas relevantes del proyecto.

Para la estimación de emisiones, se empleó la Calculadora de Emisiones 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 como base el consumo potencial de combustible por equipo, a partir de capacidades promedio de almacenamiento de los tanques y parámetros técnicos obtenidos de fichas de fabricante en condiciones óptimas de operación. Dado que en esta etapa no se cuenta con información definitiva sobre los volúmenes totales de combustible a utilizar, las estimaciones se realizaron con base en consumos unitarios referenciales, lo cual es indicativo de un escenario aproximado de emisiones.

El análisis se estructuró mediante 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 sentido, las emisiones estimadas corresponden

principalmente a fuentes directas (alcance 1), asociadas al consumo de combustibles fósiles en equipos y maquinaria.

Es importante señalar que los resultados obtenidos tienen carácter indicativo, toda vez que se generan en una fase previa a la ejecución del proyecto, por lo que podrán ajustarse en función del programa definitivo de obra, el rendimiento real de los equipos, las condiciones operativas y las estrategias de mantenimiento implementadas durante la construcción.

I.2.6.1. Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con el GHG Protocol, las emisiones se clasifican en tres alcances:

Alcance 1: Emisiones directas (combustión de combustibles en maquinaria y vehículos propios del proyecto)

Alcance 2: Emisiones indirectas por consumo de electricidad (no relevantes en este proyecto por su carácter lineal)

Alcance 3: Otras emisiones indirectas (transporte externo, insumos, etc., consideradas de manera referencial)

Dado el tipo de proyecto, las emisiones se concentran principalmente en el Alcance 1, asociadas al uso de diésel y gasolina.

A continuación, se presenta la identificación de fuentes por etapa:

Tabla 26. Etapas del proyecto, alcances y fuentes generadoras de GEI.

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

I.2.6.2. 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 (GEI) con potencial de generarse durante las distintas 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 (Actualización: marzo 2025/SEMARNAT), así como factores de emisión derivados de las Directrices del IPCC (2006) para el sector transporte y maquinaria fuera de carretera.

El análisis se desarrolló específicamente para el tramo del proyecto ubicado en el estado de Michoacán, considerando sus características operativas, longitud aproximada dentro de la entidad y la intensidad de actividades constructivas previstas en un esquema de frentes de trabajo distribuidos.

Dado que el proyecto se encuentra en fase de evaluación, la estimación tiene carácter indicativo y se basa en parámetros técnicos representativos de consumo de combustible, intensidad operativa y duración de actividades para obras carreteras de características similares.

Tabla 27. Parámetros generales considerados para la estimación de emisiones GEI.

Etapa	Parámetro	Descripción	Justificación técnica
Preparación del sitio (6 meses)	Equipos pesados en operación	20–25 unidades (excavadoras, tractores, motoconformadoras, compactadores)	Ajustado a la longitud del tramo en Michoacán y a la distribución de frentes de trabajo.
	Consumo de combustible	18–22 L/h por equipo (diésel)	Consistente con maquinaria empleada en terracerías.
	Jornada de trabajo	8 h/día, 6 días/semana	Parámetro estándar en obras lineales.
	Flota de apoyo	8–12 vehículos ligeros (gasolina)	Escalado a la longitud del tramo.
Construcción (22 meses promedio)	Equipos pesados en operación	30–45 unidades	Ajuste proporcional a la magnitud del tramo dentro de la entidad.
	Intensidad operativa	Media–alta	Asociada a transporte de materiales y ejecución simultánea de actividades.
	Flota de apoyo	15–20 vehículos ligeros	Requerimiento logístico del tramo.
Operación y mantenimiento (30 años de referencia)	Tránsito promedio (TPDA)	8,000–12,000 vehículos/día	Representativo del corredor regional.
	Composición vehicular	35–45% transporte de carga	Asociado al vínculo con el puerto de Puerto de Lázaro Cárdenas.
	Actividades de mantenimiento	Uso de maquinaria menor	Conforme a conservación rutinaria y periódica.

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

Tabla 28. 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	Diésel	1,046,000	2.68	2,805	0.10	0.08	2,832
Preparación	Gasolina	27,000	2.31	62.5	0.01	0.003	63.4

Construcción	Diésel	4,110,000	2.68	11,020	0.40	0.32	11,122
Construcción	Gasolina	96,000	2.31	222	0.03	0.01	223.6
Operación	Diésel	3,120,000	2.68	8,370	0.30	0.25	8,456
Operación	Gasolina	1,825,000	2.31	4,220	0.15	0.05	4,267

Nota: Los valores presentados corresponden a estimaciones indicativas basadas en factores de emisión del RENE y consumos típicos para proyectos carreteros de características similares.

Los resultados muestran que, durante la fase de construcción, la mayor contribución de emisiones proviene del consumo de diésel asociado a maquinaria pesada y transporte de materiales, lo cual es consistente con la ejecución de terracerías, pavimentación y obras de drenaje.

En la etapa de operación, las emisiones están dominadas por el tránsito vehicular, particularmente por el transporte de carga, lo cual es indicativo de la relevancia del corredor dentro del sistema logístico regional vinculado al puerto de Puerto de Lázaro Cárdenas.

No obstante, la mejora en las condiciones de operación de la autopista puede contribuir a una mayor eficiencia en el consumo de combustible por unidad de distancia recorrida.

Finalmente, se reitera que los valores presentados corresponden a estimaciones de carácter indicativo, basadas en parámetros de referencia, por lo que podrán ajustarse conforme se disponga de información más detallada en etapas posteriores del proyecto ejecutivo.

TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Concepto	Preparación del sitio y construcción	Operación
Consumo de energía eléctrica	104,000 a 312,000 kWh	Sin consumo
Consumo de agua	30,000 m³	Sin consumo
Emisiones de gases de efecto invernadero	P. del Sitio: 2,895.4 tCO_2e Construcción: 11,345.6 tCO_2e	12,723 tCO_2e
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	No se hará aprovechamiento de otros recursos naturales	No se hará aprovechamiento de otros recursos naturales
Generación de residuos		
Peligrosos	1 a 5 toneladas	Sin generación
Manejo especial	80 a 250 toneladas	Sin generación
Sólidos urbanos	39 a 104 toneladas	Sin generación
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84	No se tendrán descargas de agua residual	No se tendrán descargas de agua residual
Otros en su caso (especificar)		

	Superficies generales del Proyecto	
Concepto	**Superficie**	
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	79 ha	
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	79 ha	
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	0 ha	
	Existente	Por afectar
Superficie total de vegetación	79 ha	79 ha
Superficie de vegetación forestal total	0 ha	0 ha
Superficie por cada tipo de vegetación forestal	79 ha	79 ha
Tipo de vegetación	Herbáceas	Herbáceas
Superficie de incidencia en Cuerpos de agua (temporal y/o permanente)	8.40 ha	8.40 ha
Superficie de incidencia en Zona Federal (temporal y/o permanente)	Sin incidencia en zona federal	Sin incidencia en zona federal
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre (temporal y/o permanente)	Sin incidencia en zona federal marítimo terrestre	Sin incidencia en zona federal marítimo terrestre

Capítulo II

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

Contenido

II. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 6

II.1 Planes de Ordenamiento Ecológico. 10

II.1.1 Planes de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET). 10

II.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo. 16

II.2 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas. 25

II.2.1 Áreas Naturales Protegidas. 25

II.2.2 Regiones Prioritarias. 28

II.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. 31

II.2.4 Sitios RAMSAR. 32

II.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano (PDU). 33

II.3.1 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Michoacán de Ocampo 2025-2040. 33

II.3.2 Plan Estatal de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2021-2027. . 37

II.3.3 Plan de Desarrollo Municipal (Múgica) 2021-2024 39

II.4 Normas Oficiales Mexicanas. 40

II.4.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 40

II.4.2 Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 42

II.4.3 Secretaría del Trabajo y Prevención Social. 44

II.5 Leyes. 46

II.5.1 Leyes Federales. 46

II.5.2 Leyes Estatales 60

II.6 Reglamentos. 74

II.6.1 Reglamentos Federales. 74

II.6.2 Reglamentos Estatales. 81

II.7 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. 85

II.7.1 Programas Sectoriales. 86

II.8 Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40. 89

II.9 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transformación Energética. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

II.10 Convenios y/o Tratados Internacionales. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de Tablas

Tabla 1. Vinculación del Proyecto con el POET. 11
Tabla 2. Lineamientos y Objetivos vinculanetes con el Proyecto 18
Tabla 3. Usos y políticas aplicables a las UGA´s vilculantes con el Proyecto. 21
Tabla 4. Usos de suelo dentro de las UGAs vinculantes con el Proyecto. 24
Tabla 5 Unidades de Gestión Territorial que se encuentran dentro del Proyecto. 35
Tabla 6. Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT, vinculantes con el Proyecto. ... 40
Tabla 7. Normas Oficiales Mexicanas de la SCT, vinculantes con el Proyecto. 42
Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas de la STPS vinculantes con el Proyecto. 44
Tabla 9. Artículos de la Ley Vías Generales de Comunicación aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 46
Tabla 10. Artículos de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal aplicables durante el desarrollo del Proyecto 48
Tabla 11. Artículos de la Ley Genera del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 50
Tabla 12. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 54
Tabla 13. Artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 56
Tabla 14. Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 59
Tabla 15. Artículos de la Ley de Derechos, el Bienestar y Protección de los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 61
Tabla 16. Artículos de la Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo , aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 63
Tabla 17 Artículos de la Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 67
Tabla 18 Artículos de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto. 68
Tabla 19. Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto. 74
Tabla 20. Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicables para el desarrollo del Proyecto. 76

Tabla 21. Artículos del Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables para el desarrollo del Proyecto. 77
Tabla 22. Artículos del Reglamento de la Ley de Derechos y Protección para los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo aplicables para el desarrollo del Proyecto ... 81
Tabla 23 Artículos del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables para el desarrollo del Proyecto. 82

Índice de Figuras

Figura 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 11
Figura 2 Unidad Ambiental Biofísica 16
Figura 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Micoacán de Ocampo. 17
Figura 4. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tepaltepec, del Estado de Michoacán de Ocampo. 20
Figura 5 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona denominada Infiernillo, Michoacan de Ocampo. 24
Figura 6 ANP Zicuarán- Infiernillo, cercana al sitio del Proyecto. 27
Figura 7. ANP cercana al sítio del Proyecto. 28
Figura 8. RTP cercana al sitio del Proyecto 29
Figura 9. RHP, que inciden con el trazo del Proyecto. 30
Figura 10. RMP cercanas al sitio del Proyecto. 31
Figura 11. AICAS cercanas al sitio del Proyecto. 32
Figura 12. Sitios RAMSAR cercanos al trazo del Proyecto. 33
Figura 13. Políticas del Progarma Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 34
Figura 14. Unidades de Gestión Territorial que inciden con el Proyecto. 36
Figura 15. Políticas del Modelo Territorial que inciden con el Proyecto. 36

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO 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 o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)**
Ley General del Equilibrio 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,	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 "Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Tramo del Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO 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 o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)**
	oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; …	
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del 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	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 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO 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 o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)**
	agua nacionales…	
Planes de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	El Proyecto incide dentro de la UAB 68 nombrada "Depresión del Tepalcatepec", dentro de la Región ecológica 18.17 en donde su política ambiental es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, por lo que más abajo se describen las estrategias aplicables a esta UAB.	El Proyecto en todo momento cumplirá con lo establecido en los criterios ecológicos.
Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo	El Proyecto incide en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) Agr1317 y Agr2004, en donde la política ambiental para estas unidades es de tipo Aprovechamiento.	El Proyecto en todo momento cumplirá con lo establecido en los criterios ecológicos.
Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Michoacán de Ocampo 2025-2040	El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo 2025–2040 es compatible con el proyecto ya que el trazo propuesto se localiza en zonas cuya vocación territorial corresponde a áreas productivas, donde se permite el desarrollo de	

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO 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 o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)**
	infraestructura estratégica.	
Decreto del Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	El Proyecto no incide sobre ningún ANP de carácter federal, estatal o municipal.	
Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC		
Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 NOM-045-SEMARNAT-2017 NOM-052-SEMARNAT-2005 NOM-054-SEMARNAT-1993 NOM-161-SEMARNAT-2011 NOM-059-SEMARNAT-2010 NOM-081-SEMARNAT-1994 NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Durante el desarrollo del Proyecto se cumplirá en todo momento con las normas enunciadas.	
Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia		
Estado (s)	**Municipio (s)**	**Localidad (es)**
Michoacán de Ocampo	Múgica	Ninguna

II.1 Planes de Ordenamiento Ecológico.

II.1.1 Planes de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET).

El principal propósito del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POE) es establece la base para la regionalización ecológica del país, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. El POEGT está formado por regiones ecológicas que se integran por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental.

Por lo que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", incide dentro de la UAB 68 nombrada "Depresión del Tepalcatepec", dentro de la Región ecológica 18.17 en donde su política ambiental es de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, por lo que a continuación se describen las estrategias aplicables a esta UAB.

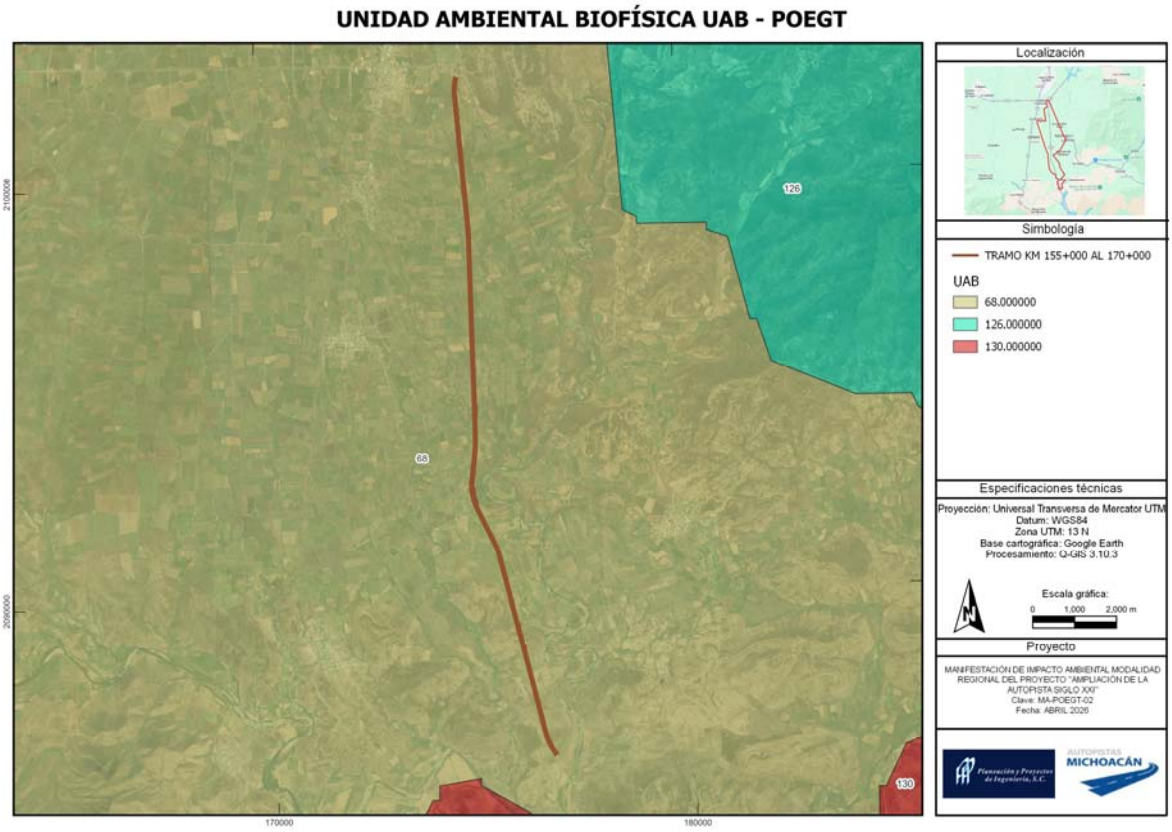


Figura 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla 1. Vinculación del Proyecto con el POET.

Estrategia	No	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
B) Aprovechamiento sustentable	4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Para el desarrollo del Proyecto no se realizará aprovechamiento de recursos naturales, por lo que esta estrategia no es vinculante con el Proyecto.
	5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7	Aprovechamiento sustentable de	

Estrategia	No	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		los recursos forestales.	
	8	Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas.	Si bien el Proyecto no consiste en la Protección de los recursos naturales, se vigilará que durante todas las etapas del Proyecto los recursos naturales sean protegidos por medio de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales.
	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Ya que el Proyecto consiste en la "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo". Esta estrategia no es vinculante.
D) Restauración	14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto consiste en la ampliación de una autopista, por lo que el alcance de este no es la restauración de los ecosistemas.

Estrategia	No	Descripción	Vinculación con el Proyecto
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15	Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El Proyecto referente a la ampliación de una autopista no se vincula con estas estrategias ya que no se refiera a las siguientes actividades: minera, industria textil, manufactura, suministro de electricidad y turismo, electrónica, autopartes.
	15 BIS	Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	16	Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados domestico e internacional.	
	17	Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Con relación a esta estrategia el Proyecto se vincula directamente, ya que con la ampliación de la autopista se busca modernizar la red carretera, además que se tendrá seguridad al circular por esta vialidad,

Estrategia	No	Descripción	Vinculación con el Proyecto
			ya que para la ejecución de los trabajos se cumplirá con la normatividad aplicable en la construcción y operación de esta vía, demás que contribuirá al flujo vehicula ya que conectará de manera más eficiente la localidad de Nueva Italia y Lázaro Cárdenas, favoreciendo el intercambio de productos y mercancías y en consecuencia favorecerá el desarrollo económico de la localidad.
E) Desarrollo social	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.	Esta estrategia corresponde al gobierno Federal, Estatal o Municipal, por lo que no es vinculante con el Proyecto.
	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	

Estrategia	No	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		personas en condición de pobreza	
Grupo II. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			
A) Marco jurídico	42	Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto se desarrollará sobre el derecho de vía de la autopista actúa, por lo que esta estrategia no es vinculante con el Proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	La Planeación del Ordenamiento Territorial es responsabilidad de la Federación, por lo que esta estrategia no es vinculante con el Proyecto.
	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.	

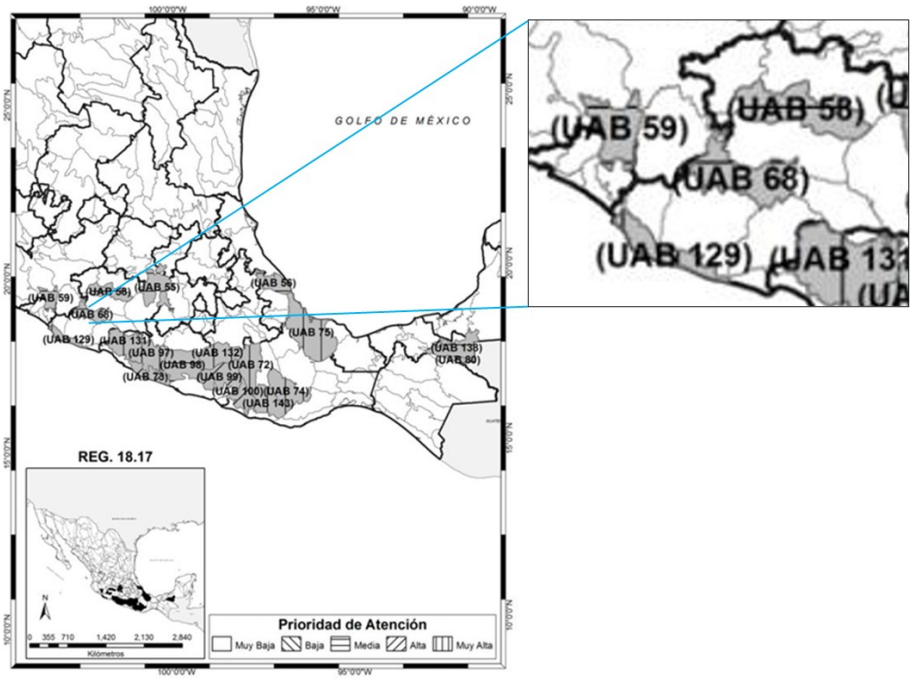


Figura 2 Unidad Ambiental Biofísica

Derivado de lo descrito, en esta UBA, sobre la cual incide el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", incide dentro de la UAB 68 nombrada "Depresión del Tepalcatepec", no contraviene con ninguna estrategia establecida para las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Por el contrario, en la política ambiental de infraestructura y equipamiento urbano y regional de la estrategia número 30 se establece construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región por lo que el Proyecto es congruente con esta estrategia, toda vez que implica construir y modernizar la red carretera del Estado de Michoacán de Ocampo.

II.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo.

Este Programa fue publicado el 11 de febrero de 2011 en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Este Ordenamiento Ecológico tienen

como finalidad establecer el programa de uso de suelo y el manejo de los recursos naturales, procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes del área.

Es así como en dicho programa se define como Unidades de Gestión Ambiental a la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas. Por lo que podemos observar que el Proyecto “Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo”, incide en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) Agr1317 y Agr2004, en donde la política ambiental para estas unidades es de tipo Aprovechamiento, en donde se define como: *Política que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de la Unidad de Gestión Ambiental en donde se aplica.*

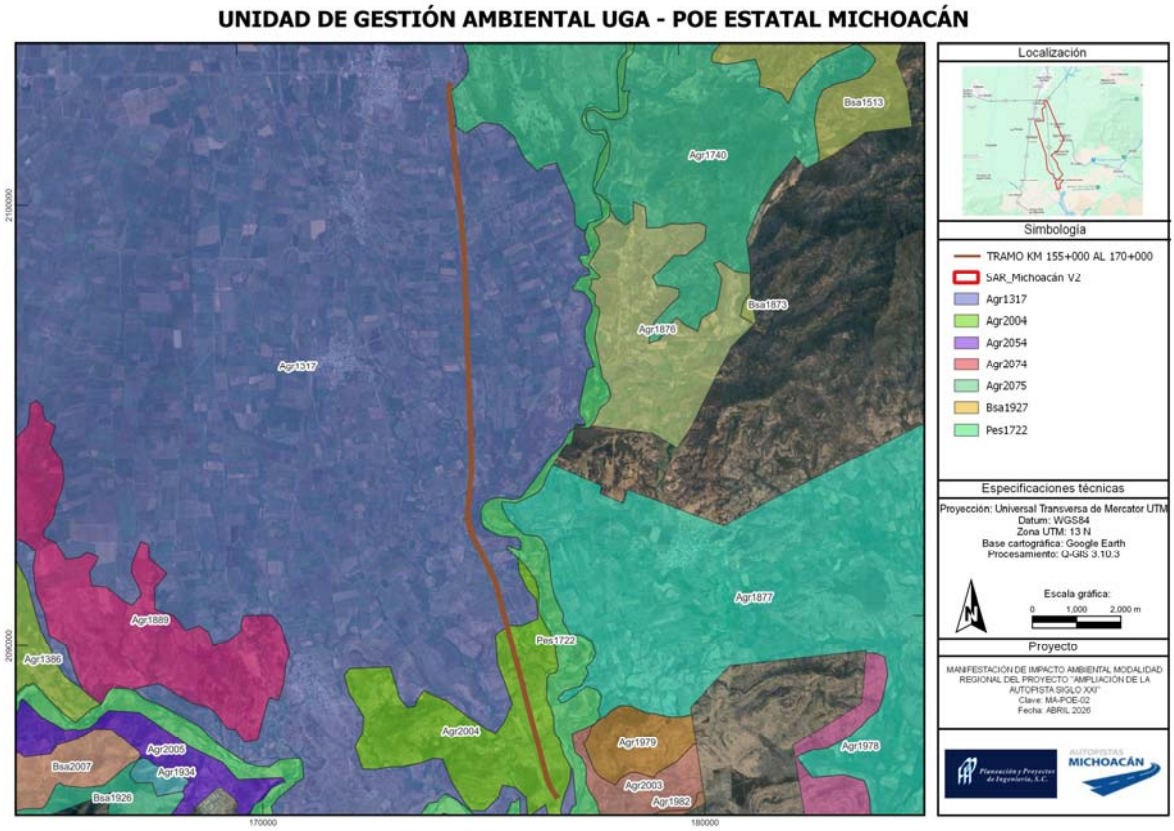


Figura 3 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Micoacán de Ocampo.

En lo que respecta a las estrategias ecológicas de este Programa, se encuentran descritos los objetivos específicos y los lineamientos ecológicos aplicables a las UGA, por lo que a continuación se describen.

Tabla 2. Lineamientos y Objetivos vinculanetes con el Proyecto

Número de estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Lineamiento 1. Aprovechamiento racional de los recursos naturales. La extracción y utilización de los elementos naturales, en formas que resulten eficientes y socialmente útiles y procuren su preservación y la del ambiente.		
Objetivo 1.	Mantener el aprovechamiento forestal sustentable en las áreas donde no se presentan conflictos ambientales	Con relación a este objetivo el Proyecto no realizara aprovechamiento forestal, por lo que este objetivo no es vinculante con el Proyecto.
Objetivo 2.	Mantener el uso agropecuario en las áreas donde es posible llevar a cabo ambas actividades y no presentan conflictos ambientales.	Este objetivo no es vinculante con el Proyecto ya que este se refiere a la ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas
Objetivo 3.	Mantener las condiciones de los ecosistemas que prestan bienes y servicios ambientales y no presentan conflictos ambientales.	Al respecto durante las diferentes etapas del Proyecto, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y /o restauración de los impactos ambientales generados por el Proyecto, por lo que se mantendrán las condiciones de los ecosistemas por los cuales incide el Proyecto.
Objetivo 4	Mantener el crecimiento de los asentamientos humanos en las superficies previstas en los Planes municipales de Desarrollo Urbano y Programas	Este objetivo corresponde al gobierno Federal, Estatal o Municipal, por lo que no es vinculante con el Proyecto

Número de estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	de Desarrollo urbano de Centro de Población.	
Objetivo 5.	Mantener o incrementar las capacidades para el uso turístico y/o ecoturístico.	
Lineamiento 2. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La utilización de los recursos naturales, manteniendo la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.		
Objetivo 6.	Mantener el aprovechamiento forestal sustentable de manera tal que no se agoten los recursos y se garantice la provisión de bienes y servicios ambientales	Para el desarrollo del Proyecto no se realizará aprovechamiento de recursos naturales, por lo que esta estrategia no es vinculante con el Proyecto.
Objetivo 7.	Fomentar el uso pecuario sin afectar los sitios de provisión de bienes y servicios ambientales.	El Proyecto consiste en la "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", por lo que no se realizará uso pecuario.
Objetivo 8.	Mantener las áreas de producción agrícola sin ampliar la frontera hacia las áreas con otras aptitudes, especialmente hacia zonas forestales o de provisión de bienes y servicios ambientales	El Proyecto no consiste en producción agrícola por lo que este objetivo no es vinculante con el Proyecto.

Finalmente podemos decir que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de

Ocampo", no se contrapone con los lineamientos y objetivos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo.

II.1.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tepaltepec, del Estado de Michoacán de Ocampo.

Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo el 5 de junio de 2007. Dicho programa busca programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.

Este programa está conformado por 443 Unidades de Gestión Ambiental (UGA). En donde se describe la política ambiental y el uso propuesto en cada UGA.

Es así como el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" se encuentra dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) 417 Arg1, en donde su política ambiental es la de Aprovechamiento y la UGA 406 Svp2, en donde su política es la de conservación.

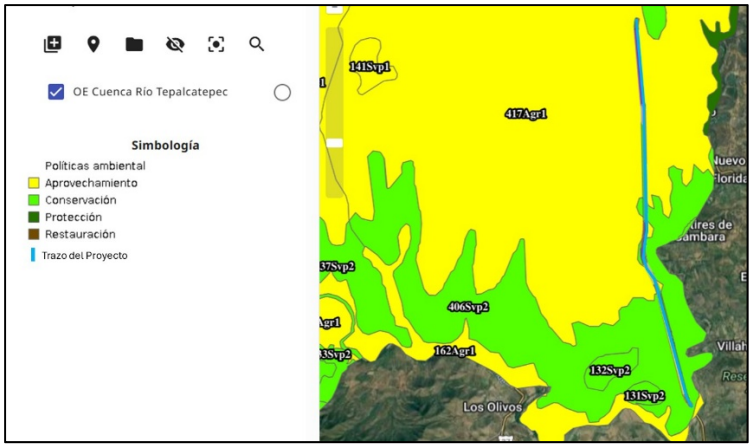


Figura 4. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tepaltepec, del Estado de Michoacán de Ocampo.

A continuación, se presentan los usos destinados y la política de las UGAs 417 Arg1 y 406Svp2.

Tabla 3. Usos y políticas aplicables a las UGA´s vilculantes con el Proyecto.

UGA	Nombre	Usos					Política	Vinculación con el Proyecto
		predominante	propuesto	compatible	condicionado	incompatible		
417Agr1	Valle Nueva Italia-Gambara	Agrícola de riego	agrícola de riego	Manejo Sustentable de Vida Silvestre, Asentamiento rural, Pecuario estabular	Desarrollo urbano, Minería	Bienes y Servicios Ambientales, Área Natural Protegida	Aprovechamiento	Como se puede observar el uso de suelo dentro de esta Uga es condicionado para el desarrollo urbano, Por lo que el Proyecto “Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo”, no se contrapone con el uso dentro de esta UGA
406Svp2	Valle El Capirio	Agricola de Riego	silvopastoril	Bienes y Servicios Ambientales, Manejo Sustentable de Vida Silvestre, Ecoturismo	Forestal doméstico y sanidad, Agrícola de riego	Desarrollo urbano, Área Natural Protegida	Conservación	Si bien el uso dentro de esta UGA es incompatible con el desarrollo urbano, el Proyecto “Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo” se desarrolla dentro del derecho de vía de la autopista existente. Cabe

								destacar que la mayoría de los impactos que se pudiesen generar durante las diferentes etapas del Proyecto cuentan con medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales dichas acciones se encuentran descritas en el capítulo VI de la presente MIA-R.

Por lo que podemos concluir que en el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Río Tepaltepec, del Estado de Michoacán de Ocampo la el uso dentro de la UGA 417Agr1, no se contrapone con el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", sin embargo, dicho uso dentro de la UGA es condicionado.

Por otra parte, en el caso de la UGA 406Svp2, la política en ella es la de conservación, en este sentido cabe aclarar que el Proyecto se desarrollará dentro del derecho de vía existente correspondiente a la actual Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas. Por otra parte, las condiciones actuales (actividades productivas antrópicas) se han adaptado a esta infraestructura, se destaca que los trabajos serán puntuales, lineales y confinados por lo que no se comprometerán los procesos ecológicos de esta UGA.

II.1.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona Denominada Infiernillo, Michoacán de Ocampo.

Este programa fue publicado el 24 de junio de 2011, en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. Este Programa tiene como finalidad establecer el programa de uso de suelo y el manejo de los recursos naturales procurando proteger el ambiente y la biodiversidad, tomando en cuenta las características y aptitudes de cada área.

Este ordenamiento esta integrado por 459 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), en donde se describe la política ambiental y el uso propuesto en cada una de estas UGAs, en donde las políticas ambientales son de Aprovechamiento, Conservación, Protección y Restauración.

Es así como el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" incide dentro de las UGA´s Agf277, Agf258, Ag308, Svp323.

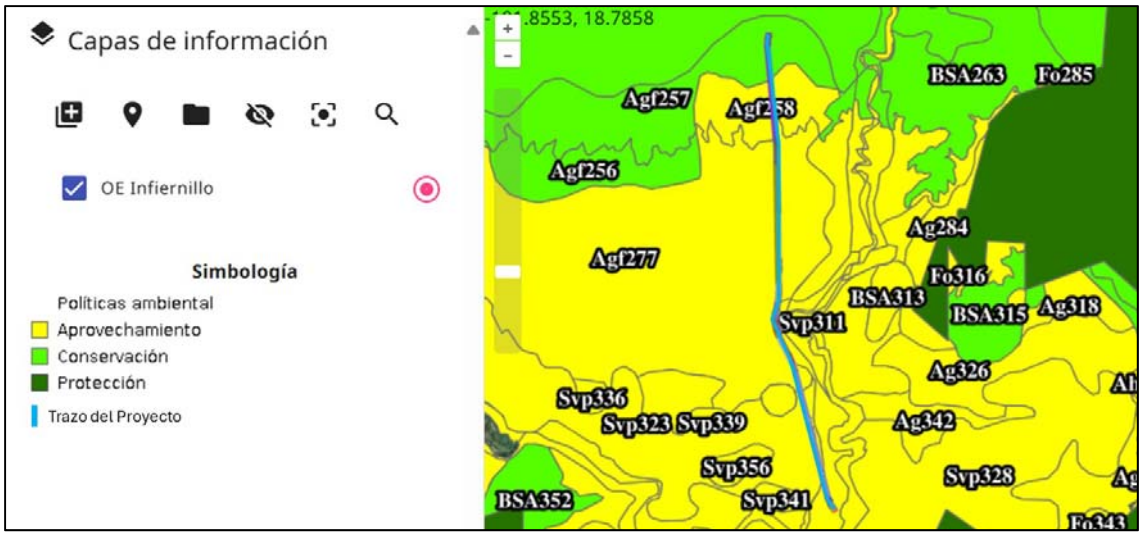


Figura 5 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona denominada Infiernillo, Michoacan de Ocampo.

A continuación, se describen los usos dentro de cada UGA y la política ambiental de estas.

Tabla 4. Usos de suelo dentro de las UGAs vinculantes con el Proyecto.

UGA	Uso propuesto	Uso compatible	Uso condicionado	Uso incompatible	Política	Vinculación con el Proyecto
Agf277	agroforestal	pecuario	frutícola	-----	Aprovechamiento	Como se puede observar, el uso propuesto dentro de estas UGAs es el agroforestal y silvopastoril, sin embargo, podemos observar que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", no se encuentra como uso incompatible.
Agf258	agroforestal	silvopastoril	frutícola	-----		
Ag308	agrícola	palmar	pecuario	------		
Svp323	silvopastoril	pecuario	agrícola	------		

Como se observa, los usos de suelo predominantes en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) donde incide el Proyecto corresponden a actividades agroforestales, agrícolas y silvopastoriles. No obstante, el Desarrollo Urbano, específicamente la ampliación de infraestructura carretera, no se encuentra definido como un uso incompatible dentro de dichas unidades.

Asimismo, considerando que la política ambiental aplicable a estas UGA es de aprovechamiento, y conforme a lo establecido en el decreto señala que esta política "promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de la Unidad de Gestión Ambiental donde se aplica", se concluye que el Proyecto denominado "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, entre el km 155+000 y el km 170+000, en el estado de Michoacán de Ocampo", resulta compatible con los usos de suelo previstos en las UGA involucradas.

II.2 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

II.2.1 Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General para la Prevención y gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, conforme a las siguientes categorías:

- Reserva de la biósfera.
- Parque Nacional.
- Monumentos naturales.
- Áreas de protección de recursos naturales.
- Áreas de protección de flora y fauna.
- Santuarios.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,839,521.55 hectáreas y apoya 339 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 506,912 hectáreas.

- De la superficie total de Áreas Naturales Protegidas, 21, 886,691 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.14% de la superficie terrestre nacional. En lo que respecta a superficie marina se protegen 69,458, 748 hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional.

II.2.1.1 Áreas Naturales Protegidas Federales.

Las ANP de competencia federal son aquellas decretadas por el Ejecutivo Federal y administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Estas áreas se establecen mediante decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación, y su regulación se rige por la legislación ambiental federal vigente.

Características técnicas:

- Comprenden ecosistemas de alta relevancia ecológica a nivel nacional o internacional.
- Pueden abarcar uno o más estados.
- Cuentan con un Programa de Manejo que define la zonificación, criterios de conservación y usos permitidos.
- Incluyen categorías como Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, entre otras.

En este caso el Proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP federal, sin embargo, la más cercana al sitio del Proyecto es la nombrada "Zicuarán – Infernillo", catalogada como reserva de la biósfera, la cual se encuentra a una distancia aproximada del Proyecto a 3.40 Km.

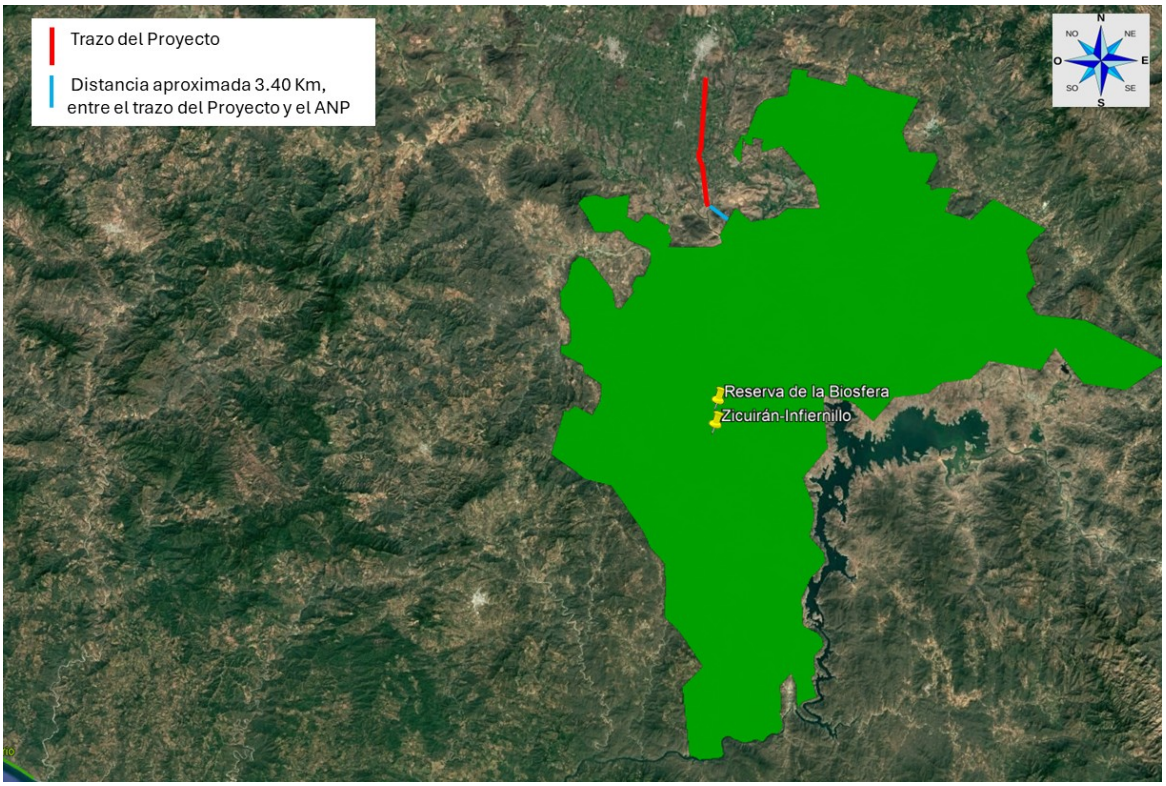


Figura 6 ANP Zicuarán- Infiernillo, cercana al sitio del Proyecto.

II.2.1.2 Áreas Naturales Protegidas Estatales

Las ANP de competencia estatal son aquellas decretadas por los gobiernos de las entidades federativas, conforme a sus atribuciones en materia ambiental, y administradas por las dependencias estatales correspondientes.

Su establecimiento y regulación se sustentan en la legislación ambiental de cada estado.

Características técnicas:

- Protegen ecosistemas de importancia regional o local.
- Se ubican dentro del territorio de una entidad federativa.
- Cuentan con instrumentos de planeación como el Programa de Manejo estatal.
- Permiten la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales bajo criterios definidos por la autoridad estatal.

En este caso el Proyecto no incide dentro de ninguna área natural Protegida Estatal y la más cercana al es la denominada "Cañones de los Ríos Marqués- Cajones y Serranías Aledañas", catalogada como una Zona de Protección Ambiental, dicha ANP se encuentra a una distancia aproximada de 3 Km del Proyecto.

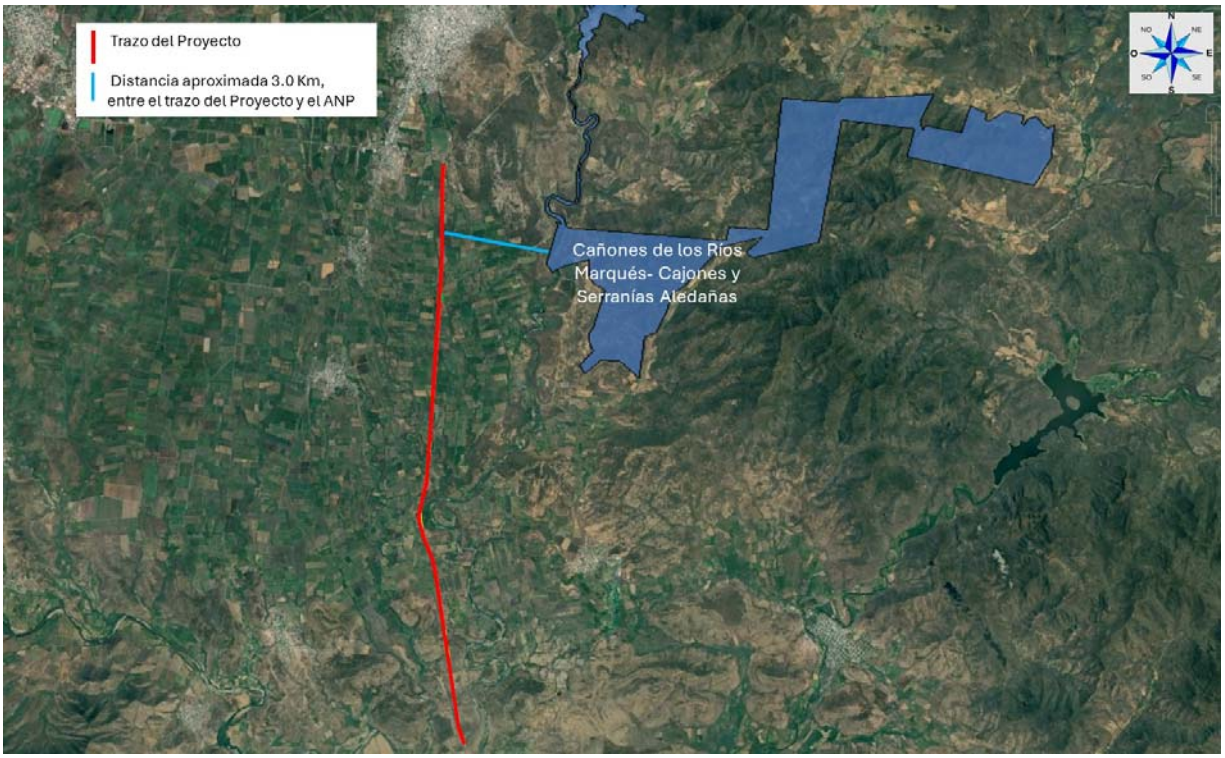


Figura 7. ANP cercana al sítio del Proyecto.

II.2.2 Regiones Prioritarias.

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

II.2.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias.

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) representan áreas donde la conservación de los ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación.

Por lo que el Proyecto no se encuentra dentro de ninguna RTP, sin embargo, la más cercana es la llamada "Infiernillo" que se encuentra a una distancia aproximada de 12Km.

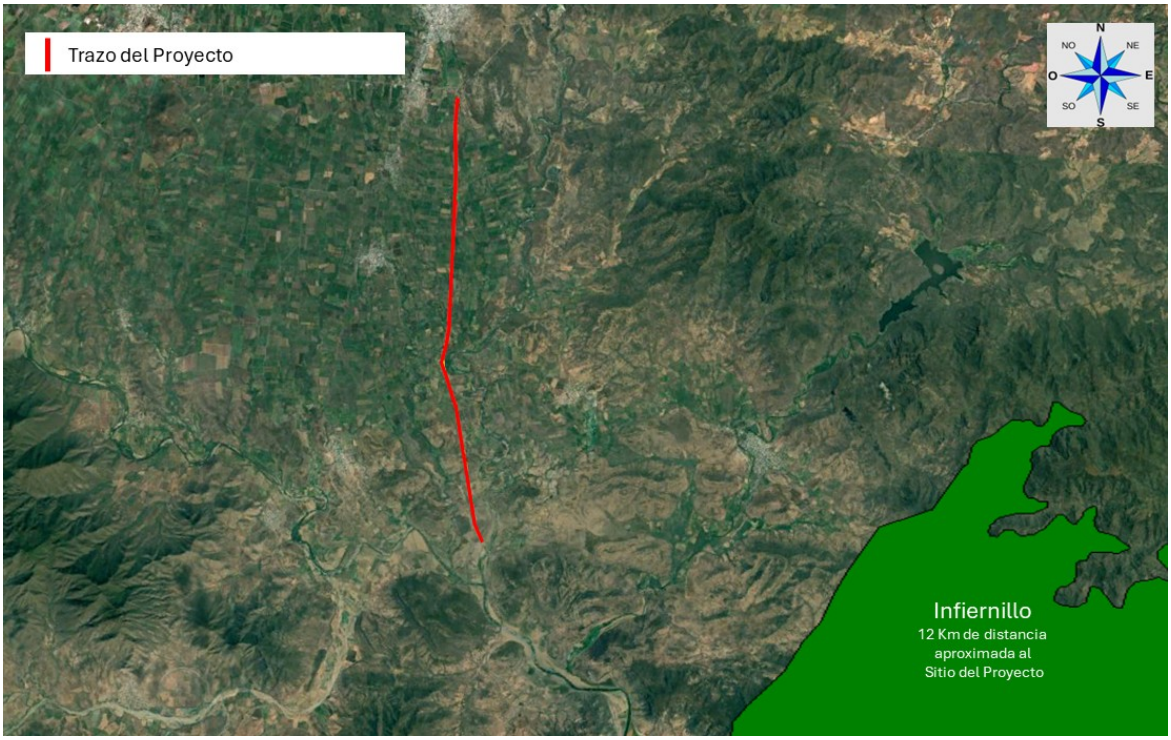


Figura 8. RTP cercana al sitio del Proyecto

II.2.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) tienen por objetivo obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El Proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria llamada Cuenca Baja del Río Balsas, su extensión es de 11,333.3 Km2, esta región presenta tres principales problemáticas, la modificación del entorno; principalmente por la construcción de una presa, la desviación de ríos con disminución de caudal desecación de zonas de crianza de especies acuáticas, desforestación y ganadería intensiva. La contaminación por la

siderúrgica, agroquímicos, contaminación por materia orgánica, fertilizantes y otros tóxicos. El uso de recursos, especies introducidas de lirio, tilapia y carpas, violación de vedas.

Por lo que durante los trabajos de preparación del sitio y construcción del Proyecto se implementarán las medidas prevención, mitigación y/o restauraciones descritas en el capítulo VI, con la finalidad de no impactar esta cuenca hidrológica.

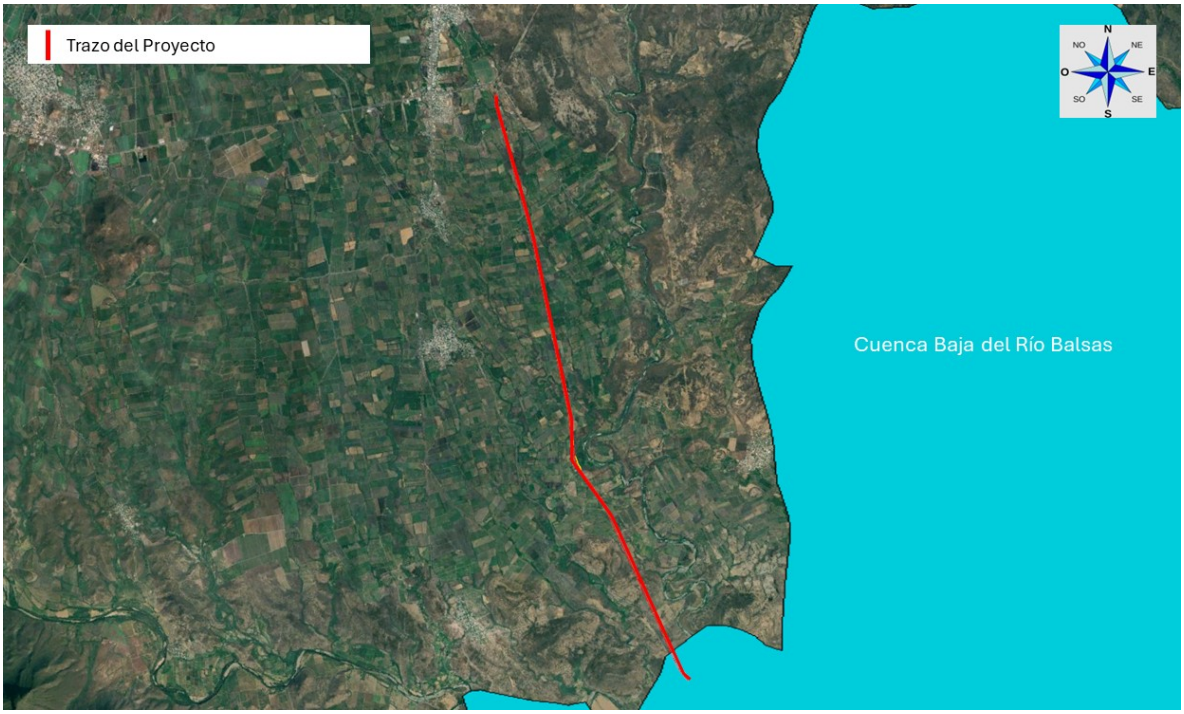


Figura 9. RHP, que inciden con el trazo del Proyecto.

II.2.2.3 Regiones Marinas Prioritarias.

Las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) de la CONABIO son áreas del territorio marino de México que han sido identificadas como estratégicas para la conservación, investigación y manejo sustentable de la biodiversidad.

Por lo que el Proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Marían Prioritaria y la más cercana al Proyecto es “Mexiquillo Delta del Balsas” la cual se encuentra a una distancia aproximada de 92Km.



Figura 10. RMP cercanas al sitio del Proyecto.

II.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. En estas áreas se busca aplicar medidas de conservación, asegurar la protección, restaurar hábitats y reducir las amenazas para las aves.

Con lo que respecta al Proyecto este no se encuentra dentro de ninguna AICA, sin embargo, se encuentran cuatro aledañas a este, siendo estas; "Tancítaro, Cuenca Baja del Balsas, Tumbiscatio, y Coalcoman -Pomaro", las cuales se encuentran a una distancia aproximada de 5.14Km, 8.47 Km, 37 Km y 78Km respectivamente.

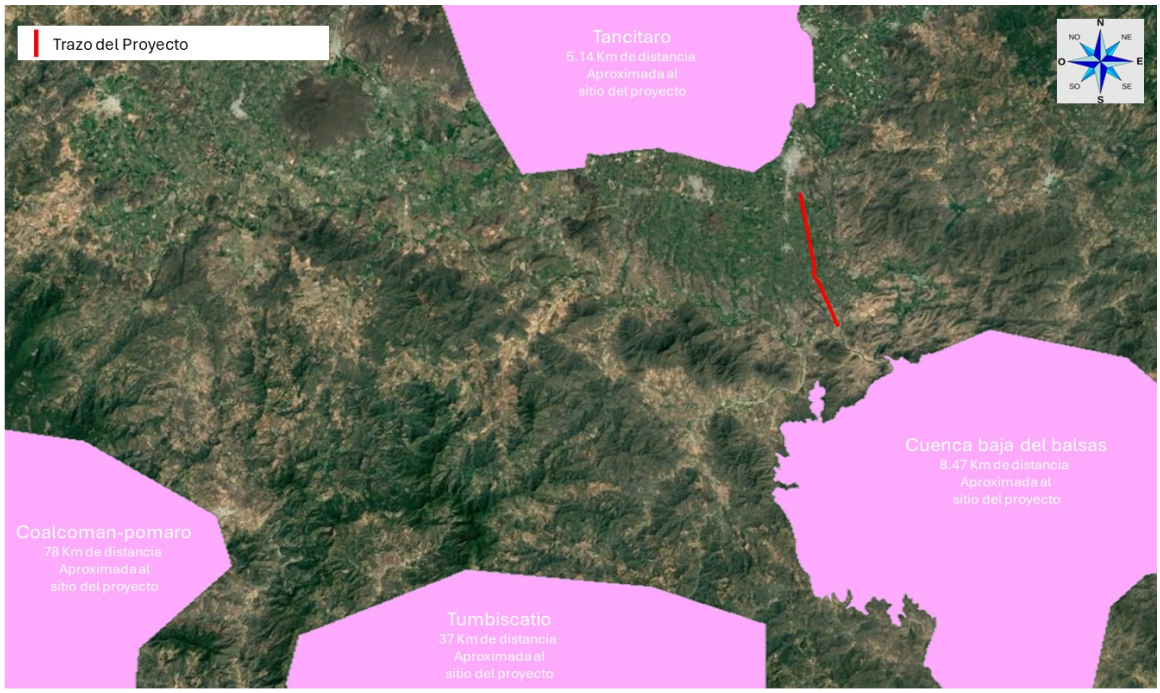


Figura 11. AICAS cercanas al sitio del Proyecto.

II.2.4 Sitios RAMSAR.

La Convención Ramsar es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Estos sitios son protegidos por ser considerados cunas de diversidad biológica, es decir, son de los entornos más productivos del mundo y refugio de varias especies de flora y fauna.

Por lo que el Proyecto no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR y el sitio RAMSAR más cercano al Proyecto es el nombrado “Humedales del Lago de Pátzcuaro”, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 76 Km.

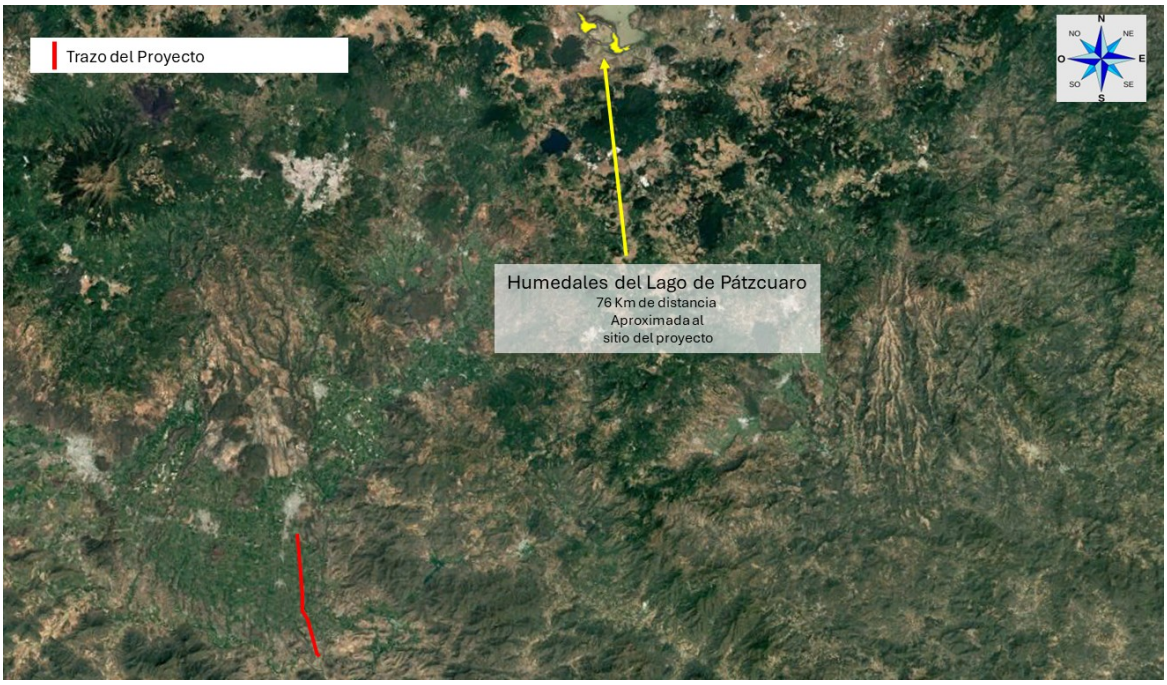


Figura 12. Sitios RAMSAR cercanos al trazo del Proyecto.

II.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano (PDU).

II.3.1 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, Michoacán 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 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.

Por lo que en primera instancia el Proyecto se encuentra dentro de la política mayormente **territorial y urbana**. En donde la política territorial se entiende como zonas con funciones productivas en cualquiera de sus modalidades, así como actividades del sector secundario de actividades industriales y de extracción, aunado a estas actividades se incluyen las turísticas en donde se permite instalar infraestructura, equipamiento y desarrollo inmobiliario y hotelero. En el caso de la política urbana son zonas destinadas a asentamientos humanos en donde el uso predominante en estas zonas es de tipo habitacional y su normatividad específica en términos de límites de crecimiento, mezcla de usos del suelo, densidades y restricciones, están determinadas por los instrumentos de menor escala.

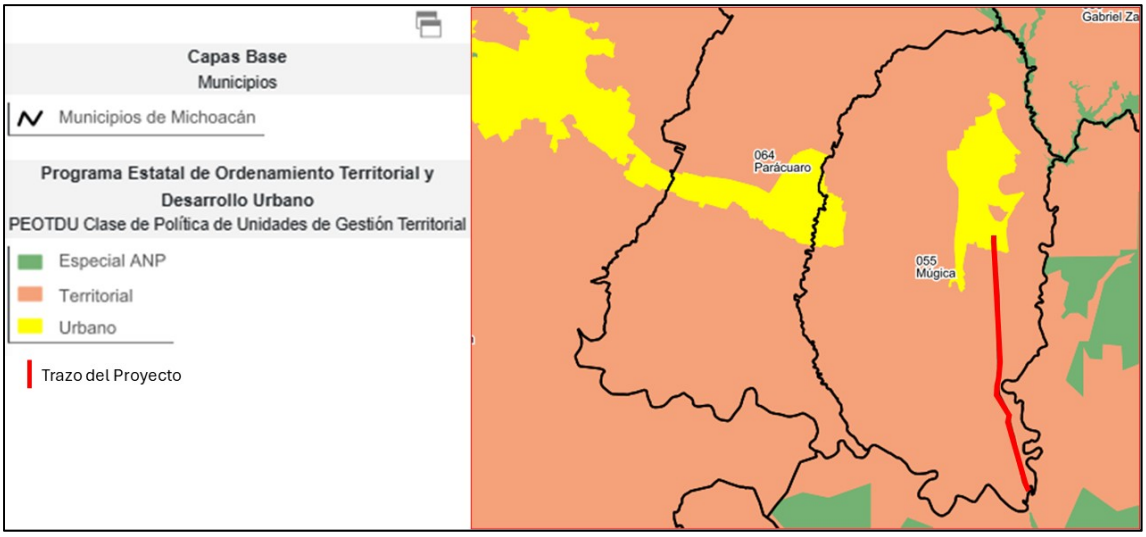


Figura 13. Políticas del Progarma Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Adicional a esta política ambiental se cuenta con las Unidades de Gestión Territorial (UGT), las cuales son un identificador único a cada polígono atendiendo su tipología compuesta, esto es, contar y etiquetar cada polígono de acuerdo con la condición de la política a la que puede ser sujeto.

Tabla 5 Unidades de Gestión Territorial que se encuentran dentro del Proyecto.

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4			Nivel 5			Nivel 6	clave	Polígonos totales de cada subcuenca
Región Hidrográfica		Cuenca hidrográfica		Subcuenca hidrográfica		Zonas funcionales Cuenca			Clase			Consecutivo de clase		
nombre	clave	nombre	clave	nombre	clave	Alta *	Media **	Baja***	territorial	urbana	especial			
Balsas	**II**	**Río Tepalcatepec-Infiernillo**	**F**	**Río el Marqués**	**8**	A	**M**	B	**T**	U	E	1-n	IIF8 -(A,M,B,)(T,U,E)N	18
Balsas	**II**	**Río Tepalcatepec-Infiernillo**	**F**	**Rio Tepalcatepec**	**3**	A	M	**B**	**T**	U	E	1-n	IIF3 - (A,M,B,)(T,U,E)N	31

* La **cuenca alta** se ubica en las partes más elevadas, con arroyos intermitentes y alta erosión; presenta suelos poco desarrollados y gran capacidad de transporte de materiales, por lo que es clave en la propagación de contaminantes, la recarga de acuíferos y el equilibrio del ciclo hidrológico, afectado por la deforestación.

** La **cuenca media** presenta menor pendiente y mayor caudal, funcionando principalmente como zona de **transporte de sedimentos**, con suelos más desarrollados y mayor disponibilidad de agua; destaca por su alta biodiversidad y papel como regulador hidrológico, aunque es vulnerable a la contaminación por actividades humanas.

*** La **cuenca baja** tiene pendientes suaves y gran acumulación de agua y sedimentos, lo que genera suelos fértiles y alta actividad humana; sin embargo, también concentra contaminantes de zonas altas y es propensa a inundaciones.

Por lo que el Proyecto Incide dentro de las UGT; IIF8MT9, IIF8MT4, es decir son zonas de la Region hidrológica del Río Balsas, subcuenca Río el Marqués, zona funcional media, clase territorial, no. 4 y 9.

Y la UGT IIF3BT2, Region hidrológica del Río Balsas, subcuenca Río Tepalcatepec, zona funcional baja, clase territorial, no. 2.

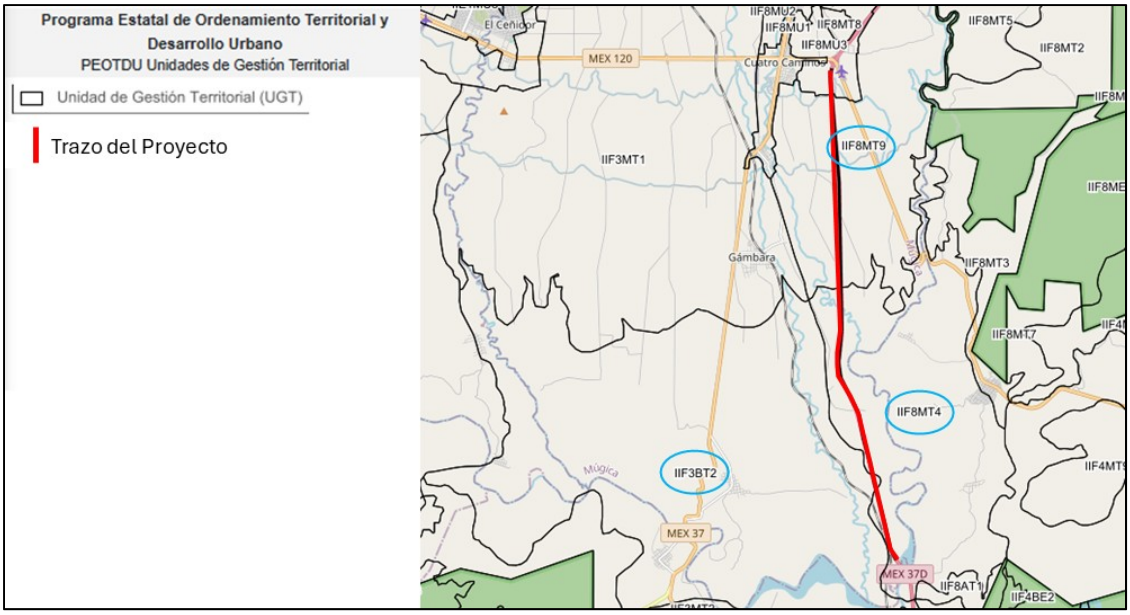


Figura 14. Unidades de Gestión Territorial que inciden con el Proyecto.

Es así como se definen las políticas del modelo de ordenamiento territorial, que consiste en destinar el territorio a usos productivos conforme a su vocación, regulando las actividades para asegurar eficiencia económica y sustentabilidad ambiental, siendo estas: Política de Consolidación, Política de Crecimiento, Política de mejoramiento, Política de conservación y Política de Protección. Por lo que podemos observar que el Proyecto incide en una pequeña área en la política de crecimiento y en su mayoría en una política de aprovechamiento.

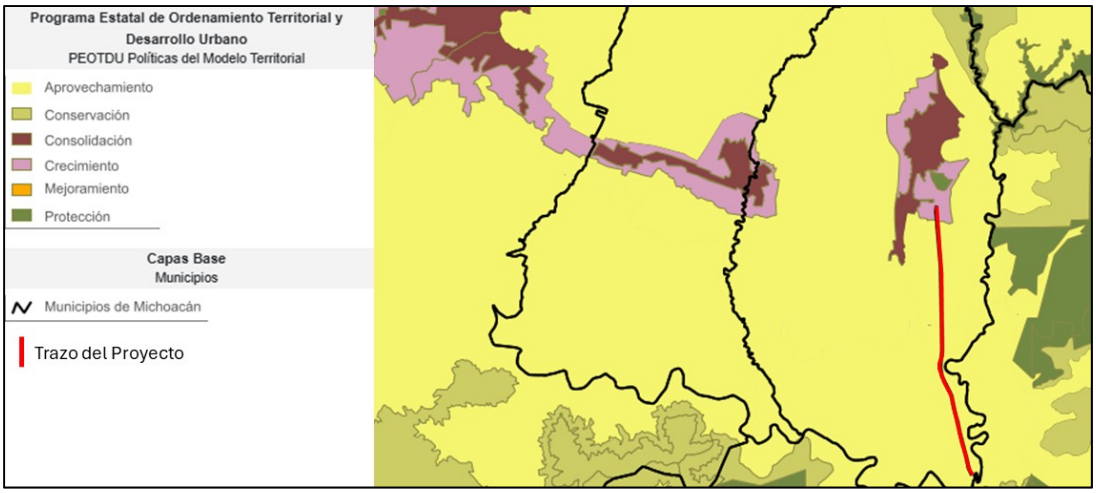


Figura 15. Políticas del Modelo Territorial que inciden con el Proyecto.

En conclusión, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo 2025–2040 es compatible con el proyecto denominado "Ampliación de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, del km 155+000 al km 170+000", ya que el trazo propuesto se localiza en zonas cuya vocación territorial corresponde a áreas productivas, donde se permite el desarrollo de infraestructura estratégica.

Adicionalmente, el proyecto se inserta parcialmente en zonas previamente urbanizadas, lo que refuerza su congruencia con los criterios de consolidación territorial y aprovechamiento del suelo establecidos en el programa. Asimismo, es relevante señalar que la ampliación se llevará a cabo dentro del derecho de vía existente de la autopista, lo cual minimiza la ocupación de nuevas superficies, reduce la fragmentación territorial y limita impactos adicionales sobre el entorno.

En este sentido, el proyecto no solo no contraviene las disposiciones del programa, sino que se alinea con la política de aprovechamiento del territorio, al promover el fortalecimiento de la infraestructura carretera en zonas con aptitud para el desarrollo, bajo un esquema de uso eficiente del suelo.

II.3.2 Plan Estatal de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 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
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 reducir costos de operación y brindar mayor seguridad a la población.

3.2.1.3. Construir y Modernizar la Red carretera en el Estado.

Por lo que podemos decir que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", se vincula de manera positiva con el eje 3 Prosperidad económica, ya que con la ejecución de este Proyecto se busca modernizar la vialidad existente, favoreciendo la movilidad y conectividad entre ciudades, pueblos y comunidades, además de impulsar y favorecer actividades económicas e industriales como lo son los procesos de producción, distribución y comercialización de mercancías mejorando así la economía y competitividad de la localidad.

II.3.3 Plan de Desarrollo Municipal (Múgica) 2021-2024

El Plan Municipal de Desarrollo fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo el 21 de febrero de 2022. Dicho plan tiene como objetivo integrar y orientar la acción del gobierno municipal mediante políticas públicas, estrategias y programas que atiendan las necesidades prioritarias de la población, con participación ciudadana, para lograr un desarrollo ordenado, incluyente y sostenible del municipio.

Para ello este Plan contempla cuarto ejes rectores:

Eje rector 1: Gobierno eficiente, responsable y comprometido.
Eje rector 2: Servicios públicos para una mayor calidad de vida.
Eje rector 3: Desarrollo social con bienestar integral.
Eje rector 4: Múgica próspero con desarrollo económico y tecnológico.

Por lo que el Proyecto se vincula con el eje rector dos en donde se tiene como objetivo 2.3.1 Contribuir en el desarrollo de zonas marginadas de concentración acentuada, mediante el mejoramiento del entorno y las condiciones sociales, con la construcción de vialidades urbanas en donde las líneas de acción vinculantes con el Proyecto son las siguientes:

Líneas de acción: 2.3.1.1.- Incluir en el Programa de Obras Anual, la pavimentación de vialidades que mejoren las condiciones de habitabilidad de las colonias y comunidades marginadas.

2.3.1.2.- Impulsar y Coordinar con el Gobierno del Estado, la construcción de vialidades primarias, avenidas y bulevares.
2.3.1.3.- Fomentar el mejoramiento de la imagen urbana con el mantenimiento, rehabilitación y señalización adecuada en todas las vialidades primarias.
2.3.1.4.- Organizar a las comunidades y núcleos humanos para que participen corresponsablemente, en la ejecución de sus obras.
2.3.1.5.- Realizar la conclusión de las pavimentaciones en las vialidades que complementen la trama urbana de vialidades.
2.3.1.6.- Atender todos los puntos críticos tanto en vialidades urbanas como rurales.
2.3.1.7.- Implementar un programa anual de mantenimiento permanente en la regeneración de las vialidades impactadas.

2.3.1.10.- Ampliar la cobertura de la red actual de caminos de penetración, para facilitar el traslado de personas, mercancías, bienes y productos agrícolas.

Por lo que podemos concluir que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", fomentará el cumplimiento del Plan de Desarrollo Municipal (Múgica) con relación al eje trasversal 2 Servicios Públicos para una Mayor Calidad de Vida, ya que se cumple con algunas de las líneas de acción planteadas, fomentando la imagen urbana, mejorando el traslado de personas, mercancías, bienes y productos agrícolas.

II.4 Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) contienen los estándares mínimos o máximos que deben observarse en el desarrollo de actividades productivas. Se rigen por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y son en consecuencia, de aplicación nacional y obligatoria.

A continuación, en la siguiente se enlistan aquellas NOM que son aplicables y de que deben ser observadas en determinadas acciones y etapas del Proyecto.

II.4.1 Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 6. Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT, vinculantes con el Proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
Descargas de Aguas Residuales	
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.
Contaminación Atmosférica (Emisión de Fuentes Móviles)	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
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 objeto de 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 combustible a fin de que las emisiones se encuentren dentro de los parámetros establecidos por esta Norma. Dichos vehículos contarán con la verificación correspondiente.
Residuos Peligros, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.	
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 seguirá dando 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	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.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
formulación de los planes de manejo.	
Flora y Fauna	
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.
Ruido	
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 VI de la presente.
Contaminación de Suelos	
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, procederán a la caracterización y remediación del sitio, en concordancia con esta NOM y la legislación ambiental aplicable.

II.4.2 Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Tabla 7. Normas Oficiales Mexicanas de la SCT, vinculantes con el Proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
Normas 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 carga, es relevante para el diseño y la

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
para el transporte de carga en carreteras federales.	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.	Establece los requisitos técnicos para la señalización de carreteras y puentes. Esta norma es crucial para asegurar que la señalización en la carretera 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. Aunque se aplica principalmente a pavimentos, es relevante para asegurar que las superficies de la carretera 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 carretera, asegurando que se establezcan procedimientos adecuados para su conservación a lo largo del tiempo.

II.4.3 Secretaría del Trabajo y Prevención Social.

Tabla 8. Normas Oficiales Mexicanas de la STPS vinculantes con el Proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
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 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	Se contará con el estudio actualizado de las sustancias químicas peligrosas; con el

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.	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 la prevención de riesgos de trabajo.

II.5 Leyes.

II.5.1 Leyes Federales.

II.5.1.1 Ley de Vías Generales de Comunicación.

La Ley Vías Generales de Comunicación, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de febrero de 1940 y la última reforma se realizó el 19 de febrero de 2021, dicha Ley regula vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas.

Tabla 9. Artículos de la Ley Vías Generales de Comunicación aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" 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	La Promovente ya cuenta con la concesión de la actual vía de comunicación por que para los trabajos de la "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" ya se encuentran con dicha concesión.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
comunicación, así como los demás derechos que les otorgue la concesión.	
Artículo 13. Los individuos o empresas a quienes se otorgue concesión o permiso para construir o explotar vías generales de comunicación, 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.	La Promovente ya cuenta con la concesión de la actual vía de comunicación por lo que el proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", 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 la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".
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 la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

En conclusión, con relación a la Ley Vías Generales de Comunicación, el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" durante las diferentes etapas del Proyecto se dará pleno cumplimiento a los artículos aplicables a esta ley.

II.5.1.2 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

La Ley Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, fue publicada en 22 de diciembre de 1993 y la última reforma se realizó el 1 de diciembre de 2020, dicha Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes entre otros de caminos y carretera, derechos de vía y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Tabla 10. Artículos de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal aplicables durante el desarrollo del Proyecto

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".
Artículo 8. Se requiere permiso otorgado por la 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	La Promovente abrirá al uso público

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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.	proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", 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.

Con relación a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", contará con los permisos correspondientes con la finalidad dar pleno cumplimiento a esta ley, además de cumplir con las normas correspondiente con relación a los señalamientos con los que deberá de cumplir la ampliación de esta vía de comunicación.

II.5.1.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fue publicada en 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 18 de enero de 2021, dicha Ley es de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases entre otra para Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

En la tabla siguiente se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 11. Artículos de la Ley Genera del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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; …	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 "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".
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 VI 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	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

Artículo	Vinculación con el Proyecto
del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país…	subterránea; Asimismo, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresa autorizadas 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 maquinaria, 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:	La Promovente implementará procedimientos para el manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, generados durante las

Artículo	Vinculación con el Proyecto
… II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; II.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso 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.	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 a fin de evitar la contaminación del suelo.
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; II.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	La Promovente elaborará e implementará procedimientos de manejo de residuos en el que se establece la prohibición la disposición e infiltración en suelo natural asegurando de esta manera la posible contaminación a suelo.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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, la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del suelo.

Derivado de lo anterior, podemos concluir que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", dará pleno cumplimiento a lo establecido en la LGEEPA con relación a la obtención de la autorización de impacto ambiental correspondiente, además de cumplir con la protección a los recursos naturales que pudiesen ser afectados por el Proyecto.

II.5.1.4 Ley de Aguas Nacionales.

La Ley de Aguas Nacionales, publicada el 1 de diciembre de 1992 y reformada el 06 de enero de 2020, es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla 12. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 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.	
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	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 la Autopista Nueva

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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…	Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

Derivado de lo antes descrito, podemos concluir que para las diferentes etapas del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" se dará pleno cumplimiento a los artículos aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.

II.5.1.5 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre de 2003, con la última reforma de fecha 18 de enero de 2021, es una Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer entre otra , las bases para: Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos; Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión

integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y Establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Tabla 13. Artículos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y 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.	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. 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	Como se mencionó anteriormente se contará con un procedimiento para el manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición de los diferentes residuos

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
que de este ordenamiento se deriven.	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.
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 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	La Promovente implementará procedimientos para el manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto, la aplicación correcta del procedimiento será supervisado para evitar con esta medida la posible contaminación.

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
residuos.	

Como se puede observar durante las diferentes etapas del Proyecto se contará con un procedimiento de manejo, almacenamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos, generados durante las diferentes etapas del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", esto con la finalidad de dar pleno cumplimiento a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en dicho procedimiento se describirá cada etapa a seguir así como los controles y resguardo de la información que avale el cumplimiento de esta ley.

II.5.1.6 Ley General de Vida Silvestre.

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada el 3 de julio de 2000 con la última reforma publicada el 20 de mayo de 2021, es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 14. Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
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 procedimiento 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 los procedimientos de manejo para el rescate y reubicación de especies, que incluirá actividades que disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Para la ejecución de las diferentes etapas del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" se implementará el procedimiento de rescate y reubicación de flora y fauna con la finalidad de dar pleno cumplimiento los artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables.

II.5.1.7 Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos.

La Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e históricos, publicada en su última reforma el 16 de febrero de 2018 en el diario oficial de la Federación, es de interés social y nacional y sus disposiciones de orden público.

En el segundo párrafo del artículo sextos, se describe que los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento. Al respecto el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" no se encuentran monumentos, ni zonas arqueológicas, artísticos e históricos que pudieran verse comprometidos por el desarrollo del Proyecto.

II.5.2 Leyes Estatales

II.5.2.1 Ley de Derechos, el Bienestar y Protección de los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo.

La Ley de Derechos, el Bienestar y Protección de los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo fue publicada en el Periódico Oficial del Estado el 30 de junio de 2022 y su última reforma fue publicada el 22 de mayo de 2024. Esta Ley tiene por objetivo:

I. Establecer los principios que garanticen el bienestar y trato digno de los animales no humanos; II. Regular el trato que reciben los animales no humanos; II. Fomentar la participación de los sectores público, privado y social, encaminada a la creación de una cultura cívica de protección, respeto y trato digno para los animales no humanos; y, 2 IV. Establecer la coordinación institucional encaminada a la generación de políticas públicas en materia de protección, respeto y trato digno para los animales no humanos.

Tabla 15. Artículos de la Ley de Derechos, el Bienestar y Protección de los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
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; II. 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 los animales 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.

Artículo	Vinculación con el Proyecto.
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.

Como se menciona, durante las diferentes etapas del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo". Se implementar las acciones descritas en el Programa de Rescate de Flora y Fauna, dicho programa contará con las metodologías adecuadas para el manejo de los animales que se lleguen a encontrar durante los trabajos, así como las áreas de liberación, siempre tomando en cuenta la especie y la morfología de estos, por lo que se le dará pleno cumplimiento a esta Ley y los artículos vinculantes con el Proyecto.

II.5.2.2 Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo.

Esta Ley fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo el 5 de julio de 2023, esta ley tiene como objetivo garantizar la protección, conservación y restauración ecológica del medio ambiente, la educación y cultura ambiental, así como promover la sustentabilidad ambiental y el uso de energías limpias y renovables en el Estado.

Tabla 16. Artículos de la Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo , aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 VI de la presente, aunado a esto se vigilará siempre que no se rebasen los limites 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 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	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, transportadas y dispuestas con empresas y sitios autorizados.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
subsuelo para mantener el Buen Estado Ecológico de las aguas; II. 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…	
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 clarificados, 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 rebasan los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas y normas ambientales estatales, deberán ajustarse a lo establecido en la Ley, el	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 estos límites se rebasen, se realizará el mantenimiento correctivo de las unidades con la finalidad de obtener dicha verificación

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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	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 VI 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 construcción de obras o instalaciones que	Se implementarán las acciones preventivas, de mitigación o compensación con la finalidad de evitar la contaminación visual durante las diferentes etapas del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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	
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.

Con la finalidad de dar cumplimiento a los artículos de la Ley para la Conservación y Sustentabilidad Ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales descritos en el capítulo VI de la presente, esto con la finalidad de cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. A su vez se dará pleno cumplimiento a los artículos de esta ley durante toda le ejecución del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

II.5.2.3 Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Michoacán de Ocampo.

Esta ley fue publicada en el Periódico Oficial del estado el 16 de junio de 2023 y tiene por objetivo Establecer un marco integral de movilidad y seguridad vial en el Estado de Michoacán, que garantice el derecho al tránsito seguro, eficiente, incluyente y sostenible,

mediante la regulación, planeación, coordinación institucional y desarrollo de infraestructura, priorizando a las personas, reduciendo riesgos viales y vinculando la movilidad con el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano.

Tabla 17 Artículos de la Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículos	Vinculación con el Proyecto
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 presente Ley y deberán estar sustentados con la función de habitabilidad, y su estudio de impacto ambiental y movilidad validados por las autoridades competentes.	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.

Como se puede observar se cumplirá con los artículos de la Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Michoacán de Ocampo, para la ejecución del Proyecto "Ampliación de

la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

II.5.2.4 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo.

La Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo fue publicada el 18 de febrero de 2022, esta ley tiene como objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y saludable, al propiciar el desarrollo sustentable; así como prevenir y remediar la contaminación de sitios con residuos urbanos y de manejo especial, a través de la prevención, generación, valorización y gestión integral de dichos residuos.

Tabla 18 Artículos de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 los residuos.
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; II. 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	Como se mencionó anteriormente, se contará con el Plan de manejo de residuos, dicho plan estará baso en el cumplimiento de estos artículos y los artículos aplicables a nivel federal.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 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; II. 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	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.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
disposición final y sus alrededores; VI. Instalar contenedores de residuos en lugares no autorizados; VII. Fomentar o crear basureros clandestinos; VII. 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 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,	Los tres tipos de residuos que se generan, 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

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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	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 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	En el caso de los residuos de manejo especial que se generen durante las diferentes etapas del Proyecto 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	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 detalla mente cual será el manejo, almacenamiento y disposición de cada tipo de residuo.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 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	Vinculación con el Proyecto
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.

En lo que respecta a los residuos se contará con un programa en donde se describa la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de estos, tomando en cuenta los tipos de residuos que se generen y los volúmenes que se generen, también se centrará con los servicios para el trasporte y disposición de estos, por lo que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" cumplirá con lo establecido en la presente Ley.

II.6 Reglamentos.

II.6.1 Reglamentos Federales.

II.6.1.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

El Nuevo Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, publicado en su última reforma el día 31 de octubre de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Tabla 19. Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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…	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 la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo".

Artículo	Vinculación con 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 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 II. 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

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	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.

Con la finalidad de dar cumplimiento al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se presenta el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" como Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para ser evaluada y en su caso autorizada.

II.6.1.2 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994, su última reforma el 25 de agosto de 2014, define las condiciones para la gestión de las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de los recursos hidrológicos.

Tabla 20. Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicables para el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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	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	Vinculación con el Proyecto
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.	
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 procedimientos 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 VI de la presente.

Como se observa, se implementarán medidas de manejo, almacenamiento y disposición de los diferentes residuos generados dúrate las diferentes etapas del Proyecto, con la finalidad de no afectar cuerpos de agua, por lo que se les dará pleno cumplimiento a los artículos vinculantes establecidos en el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

II.6.1.3 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicado el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma fue publicada el 31 de octubre de 2014, tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 21. Artículos del Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables para el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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; II. Envasar los residuos peligrosos generados de 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	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 final de los mismos. Los residuos serán recolectados por empresas especialista y autorizadas por la SEMARNAT para su disposición final en sitios autorizados.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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; VII. 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 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	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 procedimiento 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,

Artículo	Vinculación con el Proyecto
el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.	apegándose a las instrucciones de la SEMARNAT.

Con la ejecución del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", se generarán residuos peligrosos por lo tanto se contara con el programa para el manejo integral de los residuos, en dicho programa se establecerán las acciones necesarias para la clasificación, manejo, almacenamiento y disposición de los residuos, este programa contempla el cumplimiento de los artículos descritos anteriormente por lo que se le dará pleno cumplimiento al Reglamento de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

II.6.2 Reglamentos Estatales.

II.6.2.1 Reglamento de la Ley de Derechos y Protección para los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo.

El Reglamento de la Ley de Derechos y Protección para los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo, fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el 14 de junio de 2019, este reglamento tiene como objetivo regular la protección, defensa y bienestar de los animales, de conformidad con la Ley de Derechos y Protección para los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo.

Tabla 22. Artículos del Reglamento de la Ley de Derechos y Protección para los Animales en el Estado de Michoacán de Ocampo aplicables para el desarrollo del Proyecto.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
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 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	Para el caso del manejo de animales, se contará con el Programa de rescate de fauna, por lo que se buscará que este programa este autorizado por la dependencia correspondiente.

Artículo	Vinculación con el Proyecto
disposiciones jurídicas aplicables.	

El manejo de la fauna silvestre que se encuentre dentro de las áreas de trabajo será manejado de acuerdo con lo indicado en el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, dicho programa estará basado en los artículos vinculantes con las leyes y reglamentos estatales y federales, por lo que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", dará pleno cumplimiento a este reglamento

II.6.2.2 Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo.

El Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo fue publicado en el Diario Oficial del Estado, el 12 de agosto de 2010 y tiene por objetivo reglamentar las disposiciones de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo.

Tabla 23 Artículos del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, aplicables para el desarrollo del Proyecto.

Artículos	Vinculación con el Proyecto
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	Se realizarán las mediciones sonoras con la finalidad de verificar que no se rebasen los límites máximos permisibles, en el caso en

Artículos	Vinculación con el Proyecto
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; II. 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 de los procedimientos de inspección y vigilancia.	donde se rebasen estos límites se implementarán acciones con la finalidad de cumplir con lo indicado en la norma correspondiente.
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 VI 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	Se contará con el Programa para el manejo, almacenamiento y disposición de los diferentes tipos de residuos generados, dicho programa

Artículos	Vinculación con el Proyecto
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; II. 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 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	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.

Artículos	Vinculación con el Proyecto
deberá presentar a la Secretaría en el formato que éste determine dentro del primer bimestre de cada año; y, VII. 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.

Como podemos observar el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", contará con medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos ambientales, los cuales se encuentran descritos en el capítulo VI de la presente, además de contar con programas ambientales con la finalidad de describir detalladamente las acciones a realizarse para asegurar el cumplimiento del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, así como el cumplimiento de las leyes y reglamentos federales.

II.7 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.

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. 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, inclusión e igualdad*".

Es así como con la ejecución del Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", se busca mejorar la movilidad de personas y mercancías dentro del estado de Michoacán, por lo que dicho Proyecto se alinea con el eje 3 economía moral y trabajo del Plan de Desarrollo Nacional.

II.7.1 Programas Sectoriales.

II.7.1.1 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 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 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.

Por lo que podemos observar que el Proyecto "Ampliación de la Autopista Nueva Italia - Lázaro Cárdenas, Entre el Km 155+ 000 y el Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo", se alinea a este Programa Sectorial, mejorando así la red carretera.

II.7.1.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-20-30.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025–2030 (PROMARNAT) es el instrumento de planeación del Gobierno de México que define los objetivos, estrategias y acciones en materia ambiental para el periodo sexenal, alineado al desarrollo sostenible del país.

Por lo que este Proyecto se vincula de manera directa con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en este Programa ya que incorpora criterios de sostenibilidad ambiental desde su etapa de planeación, diseño, construcción y operación, asegurando su congruencia con los principios de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales promovidos por el PROMARNAT.

En materia de conservación de ecosistemas, el trazo del proyecto ha sido definido procurando evitar la afectación a zonas con alto valor ambiental, así como minimizando la remoción de vegetación.

Respecto a la prevención y control de la contaminación, el proyecto considera la aplicación de programas de manejo ambiental orientados a la reducción de emisiones a la atmósfera, el control de polvo, el manejo adecuado de residuos y la prevención de la

contaminación de suelos y cuerpos de agua, en concordancia con los lineamientos establecidos por la política ambiental nacional.

En relación con el cambio climático, el proyecto integra medidas tanto de mitigación como de adaptación, alineándose con los compromisos internacionales asumidos por el Estado mexicano en el marco del Acuerdo de París. En este sentido, se promueve la optimización del trazo carretero para mejorar la eficiencia vehicular y reducir emisiones de gases de efecto invernadero, así como el diseño de infraestructura resiliente ante eventos hidrometeorológicos extremos, mediante la implementación de obras de drenaje adecuadas y la estabilización de taludes.

En conclusión, la ampliación carretera propuesta es congruente con los objetivos del PROMARNAT 2025–2030, al integrar un enfoque de desarrollo sustentable que busca minimizar los impactos ambientales, fortalecer la resiliencia climática garantizando así su viabilidad ambiental en el corto, mediano y largo plazo.

II.8 Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático tiene como objetivo ser el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, así como reflejar los objetivos de adaptación y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero con un enfoque sistemático, descentralizado, participativo e integral, que establece las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París lo que está mandatado en los artículos 2° fracción VII y 64 de la Ley General de Cambio Climático.

En esta estrategia se cuenta con el eje estratégico Infraestructura estratégica y patrimonio, en donde se indica que, es necesario desarrollar, proteger y adaptar la infraestructura estratégica y el patrimonio tangible a los riesgos de su entorno. Para ello se cuenta con diferentes líneas de acción, entre ellas se encuentra la A5.2 que se refiere a diseñar y fortalecer las políticas públicas para proteger la infraestructura estratégica nueva y existente de salud, de educación, de comunicaciones y transporte, de energía e hídrica, ante los efectos adversos del cambio climático, con un enfoque de adaptación basada en reducción de riesgos asociados y la línea de acción A5.3 que nos habla de fortalecer la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en las políticas públicas

enfocadas en reducir riesgos de la infraestructura estratégica, nueva y existente, de salud, de educación, de comunicaciones y transporte, de energía e hídrica, comprendiendo sus instalaciones, sistemas y redes.

En la estrategia nacional se tiene contemplada la visión del componente de mitigación para los próximos 40 años, de la siguiente manera.

Sector	Visión a 10 años (2030)	Visión a 20 años (2040)	Visión a 40 años (2060)
	Los planes de desarrollo urbano incorporan sistemas de transporte sustentable que atienden las necesidades de la población de manera eficiente, segura y limpia. Estos sistemas, impulsados por normativas de eficiencia energética vehicular y la promoción de la movilidad eléctrica, minimizan las emisiones de GyCEI mediante el transporte multimodal.	Se cuenta con sistemas de transporte sustentables en los planes de desarrollo urbano, ofreciendo soluciones limpias, eficientes y de bajas emisiones como la movilidad eléctrica, respaldados por normas rigurosas.	La movilidad sustentable y multimodal es una realidad, respaldada por una planificación territorial integral y enfoques de adaptación y mitigación. Se garantiza el acceso a un transporte sustentable, seguro, eficiente y asequible para toda la población. Reconociendo patrones diferenciados de movilidad entre hombres y mujeres de distintos grupos sociales, en comunidades locales rurales, ciudades y zonas metropolitanas. El despliegue generalizado de tecnologías eficientes y limpias, junto con una infraestructura interconectada, asegura una movilidad de calidad.

La línea de acción para la mitigación de los gases de efecto invernadero para el sector transporte se cuenta con la línea M3.4 que nos habla de Incrementar y fortalecer la interconectividad regional y nacional mediante redes multimodales eficientes de transporte terrestre modernas, eficientes, sostenibles y competitivas.

Como podemos observar con el desarrollo del Proyecto "Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000, en el Estado de Michoacán de Ocampo" se busca tener una infraestructura eficiente, que mejore la logística y el tiempo de traslado y de esta manera reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a su vez se fomentará un trasporte más eficiente.

CAPÍTULO III

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

Contenido

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 3

III.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 3

III.1.1. Delimitación del sistema ambiental regional (SAR). 5

III.1.2. Delimitación del Área de Influencia ..... **¡Error! Marcador no definido.**

III.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR) 13

III.2.1 Caracterización y análisis retrospectIIIo de la calidad ambiental del SAR 23

III.2.2.1 Medio abiótico 26

III.2.2.2. Medio Biótico 39

III.2.2.2.1 Vegetación 39

III.2.2.2.2 Fauna 98

III.2.2.3 Medio socioeconómico 185

III.2.2.3.1 Contexto Regional y local del proyecto 185

III.2.2.3.2 Región Económica y ámbito estatal a los que pertenece el Área de Influencia del proyecto 185

III.2.2.3.3.3. Distribución y ubicación del municipio de Múgica en donde incide el SAR, el proyecto y su área de influencia. Número y densidad de habitantes. 185

III.2.2.3.4. Condiciones de marginación socioeconómica y pobreza en municipios y localidades del SAR y Área de Influencia del proyecto 186

III.2.2.3.5 Aspectos Sociales 187

III.2.2.3.5.1 Demografía. Número de habitantes. Tasa de crecimiento poblacional 187

III.2.2.3.5.2 Vías y medios de comunicación existentes. 188

III.2.2.3.5.3 Presencia de grupos étnicos en el municipio de Múgica. 189

III.2.2.3.5.4 Monumentos históricos 189

V.2.2.3.6 Aspectos económicos en el Área de Influencia del proyecto 189

III.2.2.3.6.1 Principales actividades productivas. 189

III.2.2.3.6.2 Rango de ingresos 192

III.2.2.3.1 Paisaje 193

III.3 Diagnóstico ambiental 208

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 ecológicas 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 en la identificación de límites funcionales del territorio, prIIIilegiando la coherencia de procesos biofísicos sobre delimitaciones estrictamente geométricas o administratIIIas. En este sentido, la RE integra áreas en las que el escurrimiento superficial, la dinámica geomorfológica, la distribución de la vegetación y los patrones de uso del suelo se desarrollan de manera interrelacionada, permitiendo su análisis como un sistema ambiental único.

La delimitación se sustentó en un análisis multiescalar, en el que inicialmente se consideraron componentes de orden regional, tales como el clima, la fisiografía y la geología, los cuales definen la estructura general del paisaje. Posteriormente, se

incorporaron variables de mayor resolución, incluyendo la hidrología superficial, los suelos y la cobertura vegetal, lo cual permitió ajustar la delimitación a las condiciones específicas del área de estudio, asegurando su correspondencia con unidades ambientales reales.

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 de fuentes oficiales como INEGI, CONABIO y CONAGUA, así como 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.

Como base metodológica se adoptó el enfoque de regionalización ecológica con fundamento geomorfológico, en el cual el relieve constituye el elemento estructurante del territorio, condicionado por la interacción entre clima, litología, suelos, vegetación e hidrología. Bajo este enfoque, las unidades territoriales se interpretan como componentes de un sistema dinámico, en el que los procesos de formación, transformación y funcionamiento ambiental se encuentran estrechamente vinculados.

La RE se estructuró de manera jerárquica, permitiendo transitar de un nivel regional a uno local sin perder continuidad en la interpretación del territorio, lo cual facilita la integración de información a diferentes escalas y fortalece la consistencia del análisis ambiental.

Con base en la integración y análisis de la información, se definió un polígono preliminar de la RE, el cual fue ajustado mediante la incorporación de criterios hidrológicos, fisiográficos y de ocupación del territorio, priorizando aquellos que reflejan procesos físicos y funcionales del sistema. Este proceso permitió asegurar la continuidad de unidades de relieve, la integridad de cuencas y subcuencas, así como la correspondencia con la distribución espacial de la vegetación y los usos del suelo.

Como resultado, el polígono final de la RE representa una unidad territorial continua, coherente con la dinámica ambiental de la región y adecuada para analizar los efectos del proyecto en sus distintas etapas. En este sentido, la delimitación propuesta no solo responde a criterios cartográficos, sino que refleja la organización funcional del territorio, 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 un enfoque integrador orientado a definir una unidad territorial continua en la que los procesos ambientales relevantes, particularmente el escurrimiento superficial, la conectIIIidad ecológica y la dinámica de uso del suelo, se desarrollan de manera funcional y sin interrupciones artificiales.

El procedimiento consistió en la construcción progresiva de un polígono de análisis a partir de la integración jerarquizada de criterios ambientales y espaciales, priorizando aquellos que reflejan procesos físicos del territorio sobre límites de carácter administratIIIo o geométrico. Este enfoque permitió asegurar que la delimitación no respondiera únicamente a una representación cartográfica, sino a la organización funcional del medio físico.

La delimitación final de la RE se sustenta en la aplicación combinada de criterios hidrológicos, de infraestructura, fisiográficos, político-administratIIIos y de validación espacial, los cuales en conjunto permiten definir una unidad territorial coherente tanto desde el punto de vista ambiental como operatIIIo.

Criterios aplicados para la delimitación de la RE.

Criterio	Descripción
Hidrológico	Cuencas, subcuencas y acuíferos
Infraestructura	Carreteras y brechas
Fisiográfico	Relieve y configuración del terreno
Político-administratIIIo	Límites municipales
Validación	Contraste con SIGEIA

Criterio hidrológico

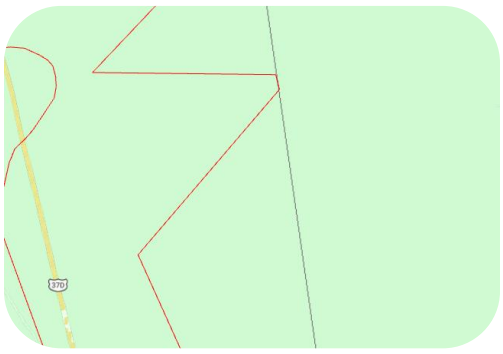
El criterio hidrológico constituyó el eje rector de la delimitación, al representar la base funcional del territorio y permitir la integración de los procesos de captación, conducción y almacenamiento de agua dentro de un mismo sistema. En este sentido, el límite sur del SAR se definió con base en la cuenca baja del río Balsas, perteneciente a la región

Pacífico Tropical, la cual concentra los principales procesos hidrológicos a escala regional. El límite oeste se estableció a partir de la subcuenca correspondiente de la red hidrográfica nacional, lo cual permitió mantener la continuidad de los flujos superficiales dentro del sistema.

- Límite oeste: Establecido a partir de la subcuenca 273 de la red hidrográfica nacional, permitiendo mantener la continuidad de flujos superficiales dentro de la RE.



- Límite sureste: Determinado por la presencia del acuífero 1616 Nueva Italia, integrando el componente hidrogeológico como parte del sistema.



Este criterio garantiza que el SAR funcione como una unidad hidrológica continua, evitando la fragmentación de cuencas o sistemas de drenaje.

Criterio de infraestructura

El criterio de infraestructura se incorporó en aquellos sectores donde no se identificaron límites naturales claramente definidos, utilizando carreteras y brechas como referencias espaciales auxiliares para el cierre del polígono. Estos elementos no constituyen el criterio principal de delimitación, sino que funcionan como apoyo operatIIIo para asegurar la precisión cartográfica y la verificación en campo, sin alterar la lógica ambiental de la región.

- Extremo noroeste: Delimitado por la carretera federal 120, en el tramo Cuatro Caminos – Zicuirán, específicamente antes de la localidad de Rancho Nuevo.
- Extremo este: Definido mediante brechas de terracería que conectan Cuatro Caminos con Gámbara y El Letrero.



- Extremo oeste: Definido mediante la línea ferroviaria que cruza parte del municipio Mugica paralelo al eje de trazo.

Estos elementos permiten establecer límites claros y verificables en campo, sin alterar la lógica ambiental de la región.

Criterio fisiográfico

El criterio fisiográfico se empleó como elemento de ajuste y verificación geomorfológica, permitiendo evaluar la correspondencia entre el polígono delimitado y la configuración del relieve. Si bien en el área predominan transiciones graduales entre lomeríos y planicies aluviales, sin dIIIisorias topográficas marcadas, el análisis del relieve permitió identificar unidades de paisaje consistentes y asegurar que la delimitación no fragmentara geoformas funcionalmente relacionadas, manteniendo la continuidad de procesos geomorfológicos y edáficos.

Criterio político-administratIIIo

El criterio político-administratIIIo se utilizó de manera complementaria, incorporando límites municipales como referencia territorial que facilita la vinculación de la RE con instrumentos de planeación y bases de datos oficiales. No obstante, estos límites no condicionan la delimitación del sistema ambiental, la cual responde prioritariamente a criterios biofísicos.

- Extremo este y sur: límite del municipio de Múgica



Este criterio facilita la articulación de la RE con instrumentos de planeación territorial y bases de datos oficiales, sin ser determinante en la definición del sistema.

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 conectIIlidad 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 y no a dIIlisiones arbitrarias. 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.

Coordenadas de la Región Ecológica (RE)

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	807398.81	2092884.53	**2**	808496.80	2093486.18	**3**	809632.49	2095460.08	**4**	809608.50	2095669.25
5	809590.22	2095652.69	**6**	809565.09	2095651.39	**7**	809550.47	2095654.85	**8**	809533.94	2095660.78
9	809519.00	2095676.55	**10**	809505.31	2095703.49	**11**	809505.72	2095735.31	**12**	809517.97	2095771.08
13	809562.01	2095855.81	**14**	809583.01	2095903.64	**15**	809576.73	2095974.18	**16**	809546.60	2095996.18
17	809310.12	2096144.57	**18**	809282.12	2096170.42	**19**	809257.76	2096204.93	**20**	809174.66	2096393.61

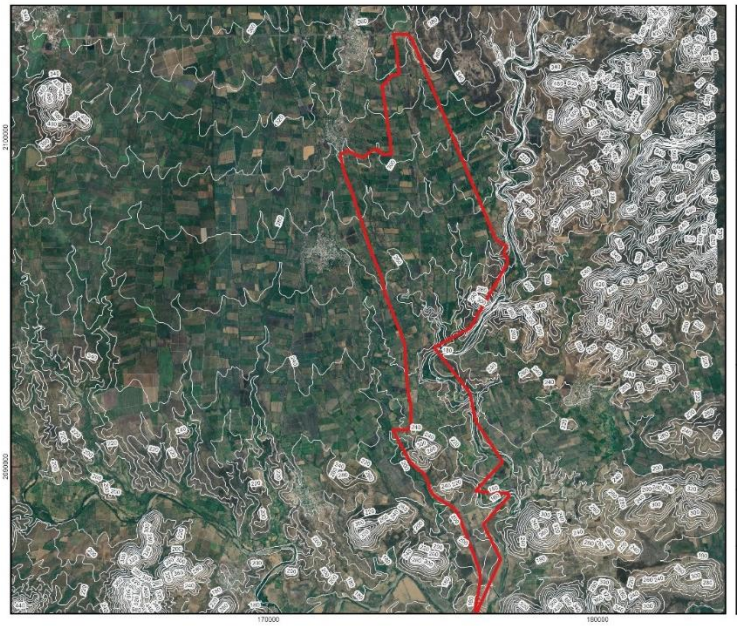
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
21	806854.51	2101934.85	**22**	806854.51	2101934.85	**23**	806806.43	2102047.31	**24**	806778.83	2102119.36
25	806757.67	2102170.99	**26**	806722.64	2102245.75	**27**	806696.12	2102294.04	**28**	806663.27	2102330.20
29	806643.84	2102351.52	**30**	806612.71	2102373.43	**31**	806547.94	2102394.08	**32**	806483.81	2102402.06
33	806343.18	2102402.45	**34**	806149.97	2102400.35	**35**	806226.39	2102072.90	**36**	806242.40	2101990.34
37	806254.19	2101917.66	**38**	806263.35	2101855.91	**39**	806281.91	2101663.46	**40**	806315.09	2101372.75
41	806324.29	2101286.26	**42**	806336.48	2101180.66	**43**	806285.05	2101184.49	**44**	806212.92	2101177.65
45	806167.32	2101169.96	**46**	806144.47	2101164.87	**47**	806124.04	2101157.58	**48**	806110.59	2101145.22
49	806097.45	2101130.76	**50**	806062.48	2101088.34	**51**	806015.05	2101039.91	**52**	805963.20	2100970.93
53	805934.10	2100930.37	**54**	805920.40	2100905.73	**55**	805886.35	2100879.62	**56**	805858.88	2100861.46
57	805829.03	2100862.40	**58**	805809.73	2100864.27	**59**	805876.45	2100402.27	**60**	805957.18	2099874.89
61	806063.67	2099153.54	**62**	806098.32	2098750.14	**63**	805826.64	2098751.46	**64**	805665.64	2098930.34
65	805424.07	2098808.64	**66**	805281.38	2098663.67	**67**	805065.10	2098708.04	**68**	804778.08	2098873.43
69	804548.14	2098749.82	**70**	804645.66	2098264.89	**71**	804768.49	2097954.25	**72**	804883.09	2097654.50
73	805329.96	2096280.27	**74**	805474.70	2095826.37	**75**	805757.76	2095119.93	**76**	805813.08	2094975.89
77	805826.90	2094841.99	**78**	805873.41	2094650.27	**79**	805969.81	2094376.90	**80**	806050.79	2094139.25
81	806138.41	2093967.29	**82**	806240.15	2093655.25	**83**	806346.14	2093435.99	**84**	806504.25	2092970.98
85	806514.06	2092868.47	**86**	806518.87	2092753.09	**87**	806521.31	2092616.42	**88**	806522.55	2092534.05

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
89	806557.05	2092067.18	90	806571.12	2091908.11	91	806603.78	2091548.23	92	806628.09	2091434.36
93	806694.33	2091122.04	94	806688.43	2090705.48	95	806706.07	2090518.01	96	806729.29	2090465.91
97	806701.48	2090454.32	98	806684.75	2090449.78	99	806658.74	2090450.42	100	806642.20	2090443.96
101	806631.31	2090437.38	102	806629.24	2090429.97	103	806609.39	2090390.07	104	806600.71	2090379.94
105	806164.51	2090393.73	106	806144.54	2090390.08	107	806173.38	2090324.32	108	806205.54	2090261.01
109	806249.27	2090178.44	110	806373.22	2089949.06	111	806426.53	2089851.86	112	806568.25	2089578.81
113	806601.69	2089520.46	114	806646.55	2089442.75	115	806687.83	2089384.45	116	806715.09	2089355.28
117	806744.48	2089330.53	118	806792.62	2089287.19	119	806904.09	2089201.03	120	806977.21	2089147.28
121	807028.36	2089102.88	122	807088.46	2089043.56	123	807119.99	2088994.24	124	807165.74	2088916.71
125	807189.72	2088847.18	126	807210.83	2088776.93	127	807234.04	2088692.69	128	807260.78	2088601.17
129	807289.78	2088536.86	130	807308.98	2088503.17	131	807341.67	2088454.65	132	807388.16	2088400.43
133	807434.80	2088358.93	134	807516.43	2088303.44	135					

III.1.1.1. Superficie de la Región Ecológica

La superficie total de la Región Ecológica es de 3,590.796 ha (35,907,960 m^2).

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



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 localizada en la región de la Depresión del Balsas en los municipios de La Huacana y Múgica, presenta un mosaico territorial dominado por actividades agropecuarias, en coexistencia con remanentes de vegetación secundaria derivados de la selva baja caducifolia. 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), TA (agricultura de temporal), RAP (agricultura de riego), 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 arbustIIIa 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. Entre las especies representatIIIas se encuentran copales (*Bursera* spp.), tepeguajes (*Lysiloma* spp.), cazahuates (*Ipomoea* spp.), pochotes

(*Ceiba aesculifolia*), así como elementos característicos de ambientes secos como cactáceas columnares (*Stenocereus* spp.), lo cual es indicativo de condiciones de estacionalidad hídrica y suelos de limitada profundidad.

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) y agricultura de riego (RAP) ocupan una proporción significativa 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 intensIIIos 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 del SAR 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)	Aleatorio	área	18	Diurno	Primavera	Abril 2027	Estacional	Terrestre
Flora (AP)	Aleatorio	Transecto	4	Diurno	Primavera	Abril 2027	Estacional	Terrestre
Fauna (RE/AI)	Aleatorio	transecto	3	Diurno/Nocturno	Primavera	Abril 2027	Perenne	Terrestre
Fauna (AP)	Aleatorio	transecto	1	Diurno/Nocturno	Primavera	Abril 2027	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	
Flora[1] **Estrato arbóreo** Prosopis juliflora / P. laevigata Vachellia farnesiana / Acacia farnesiana Mangifera indica **Estrato arbustivo** Acacia farnesiana (forma arbustiva) **Estrato cactáceas** Opuntia spp. Pachycereus pecten-aboriginum **Estrato herbáceas** Cenchrus ciliaris Megathyrsus maximus / Panicum maximum	Índices de valor de importancia		---	65.96467252 63.34219049 52.5268888 245.087 159.571	El estrato herbáceo concentra la mayor densidad de individuos (2,420 individuos), destacando de forma dominante especies graminoides y ruderales como Cenchrus ciliaris (790 ind.), Megathyrsus maximus (417 ind.), Melinis repens (362 ind.), Cynodon dactylon (283 ind.) y Sorghum halepense (266 ind.). Esta dominancia es indicativa de condiciones de disturbio recurrente, apertura del dosel, compactación del suelo y sustitución de la cobertura vegetal original por pastizales inducidos. El estrato arbóreo registró 68 individuos distribuidos en 8 especies, con predominio de elementos tanto nativos como introducidos o asociados a sistemas agroforestales. Sobresalen Prosopis juliflora / P. laevigata (17 ind.), Vachellia farnesiana (16 ind.) y Mangifera indica (11 ind.), junto con especies como Enterolobium cyclocarpum, Parkinsonia aculeata y Pithecellobium dulce. La presencia de estas especies, junto con la baja densidad relativa de individuos arbóreos de mayor porte, es indicativa de un dosel fragmentado y en proceso de regeneración secundaria. El estrato arbustivo estuvo representado por 42 individuos y 4 especies, dominado por Acacia farnesiana en su forma arbustiva (37 ind.), lo cual evidencia una fuerte expansión de especies espinosas oportunistas asociadas a disturbio. De manera puntual se registraron Lantana camara, Ricinus communis y Croton niveus, todas ellas frecuentemente asociadas a ambientes perturbados y bordes de vegetación. El componente de cactáceas estuvo representado por 27 individuos distribuidos en 4 especies, destacando Opuntia spp. (14 ind.),

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

				66.847	Pachycereus pecten-aboriginum (6 ind.), Acanthocereus tetragonus (4 ind.) y Stenocereus stellatus (3 ind.). Su presencia refuerza el carácter estacionalmente seco del sistema y su adaptación a condiciones de estrés hídrico, así como a suelos con cierto grado de degradación o exposición.
				119.059 42.406	Por su parte, las áreas con uso agropecuario dentro del SAR mantienen una composición dominada por pastos introducidos y especies ruderalizadas, junto con elementos arbóreos aislados como Mangifera indica y Prosopis spp., lo cual refleja un alto grado de transformación del paisaje y la sustitución progresiva de la vegetación nativa por sistemas productivos. En el Área del Proyecto (AP), el muestreo se realizó mediante transectos establecidos 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 22 especies, distribuidas en tres estratos (herbáceo, arbustivo y cactáceo), con una clara dominancia del estrato herbáceo tanto en riqueza como en cobertura. La vegetación presente corresponde principalmente a comunidades secundarias derivadas de disturbio, dominadas por especies ruderales y de amplia plasticidad ecológica. El estrato herbáceo concentra la mayor riqueza (15 especies), destacando elementos típicos de ambientes alterados como Cynodon dactylon, Tridax procumbens, Amaranthus sp., Parthenium hysterophorus y Bidens spp., así como otras especies indicadoras de perturbación como Boerhavia coccinea, Waltheria indica, Cleome viscosa y Heliotropium indicum. La presencia de este conjunto florístico es indicativa de suelos expuestos, compactados y con disturbio recurrente, condiciones que favorecen especies de rápido establecimiento y ciclo de vida corto. El estrato arbustivo presenta una baja riqueza (5 especies) y una

					distribución dispersa, integrado por Lantana camara, Croton suberosus, Vachellia farnesiana, Vachellia cornigera y Randia spp.. Estas especies se establecen principalmente en microambientes con menor grado de intervención, lo cual es indicativo de limitaciones para el desarrollo de una cobertura arbustiva continúa debido a las actividades de mantenimiento del derecho de vía. Por su parte, el estrato de cactáceas está representado por únicamente dos especies (Opuntia spp. y Acanthocereus tetragonus), las cuales se distribuyen de manera puntual en sitios con menor competencia vegetal y alta exposición solar, lo cual es consistente con sus requerimientos ecológicos. El estrato arbóreo es prácticamente inexistente dentro del AP, 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 oportunistas, lo cual es indicativo de un sistema altamente perturbado. Esta condición contrasta con la mayor diversidad, estratificación y organización estructural observada en el Sistema Ambiental Regional (SAR), donde se mantienen comunidades vegetales con mayor grado de conservación y funcionalidad ecológica.
Flora[2] **Estrato arbóreo**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	H' = 1.87 J = 0.90	El análisis de diversidad mediante el índice de Shannon (H' = 1.87) refleja una diversidad moderada dentro del estrato arbóreo. Al compararse con la diversidad máxima teórica (H'max = 2.0794), se obtiene un valor de equitatividad (J = 0.90), lo cual es indicativo de una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las

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

					especies registradas, sin una dominancia absoluta extrema por parte de una sola especie.
Flora **Estrato cactáceas**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	H' = 1.20 J = 0.87	El índice de Shannon (H' = 1.20) se aproxima al valor máximo esperado (H'max = 1.3863), lo cual se traduce en una alta equitatividad (J = 0.8669). Esto indica que, a pesar de la dominancia de Opuntia spp., las demás especies mantienen una representación relativamente equilibrada dentro del estrato, contribuyendo a una estructura más homogénea en comparación con otros estratos analizados.
Flora **Estrato herbáceas**	índice de diversidad de Shannon-Wiener / Equidad de Pielou		---	H' = 1.86 J = 0.6875	El estrato herbáceo presenta un valor de índice de Shannon (H') de 1.86, con una equitatividad (J) de 0.6875, lo cual es indicativo de una diversidad moderada con tendencia a la dominancia de ciertas especies, particularmente gramíneas inducidas. Este patrón es consistente con comunidades sometidas a disturbio continuo, donde pocas especies altamente competitivas concentran la mayor parte de los recursos disponibles.
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.

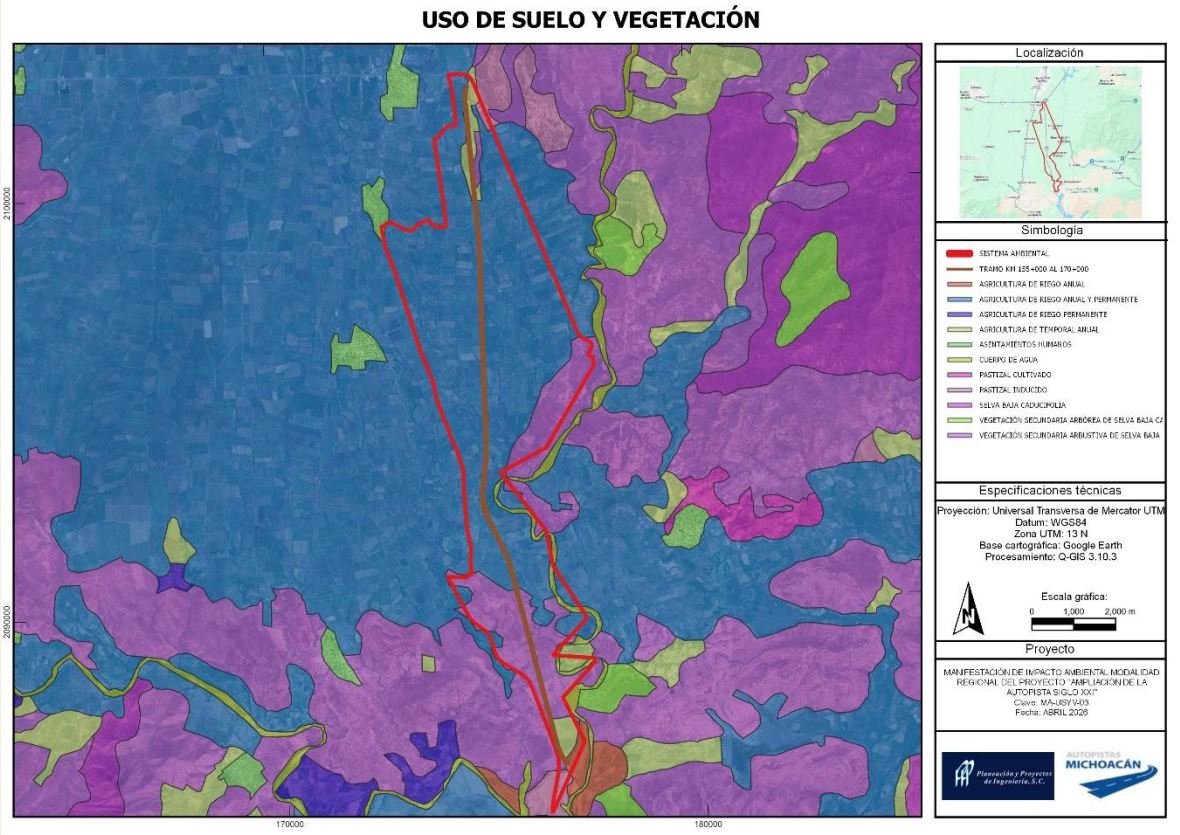
					El valor de diversidad (H’ = 1.266) refleja una comunidad con baja complejidad, mientras que la equitatividad (J’ = 0.913) indica que las especies presentes mantienen una distribución relativamente uniforme. La cercanía entre estos valores y su máximo teórico es indicativa de que, dentro de su limitada 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 solo el uso de suelo de tipo agrícola. Ver Medio Biótico
Abiótico	Por la naturaleza del proyecto y sus actividades, se interactuará con el aire, agua y suelo principalmente. Ver Medio Abiótico
Socio-económico	En proyecto se ubica dentro del municipio de Múgica en el estado de Michoacán de Ocampo, y no atraviesa o afecta a alguna localidad cercana. Ver Medio Socio-económico

De acuerdo con lo establecido en la cartografía del INEGI serie VII del uso de suelo y vegetación y los trabajos de campo, el proyecto no incide sobre un uso de suelo agrícola o el tipo de vegetación secundaria de selva baja caducifoila, ya que se encentra 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, especialmente en las inmediaciones de Nueva Italia, ha favorecido la expansión de actividades agrícolas y logísticas, debido a la accesibilidad que proporciona. Este tipo de infraestructura tiende a consolidar corredores productIIIos 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 Nueva Italia, 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 (vertisol y calcisol), 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 (paraderos, almacenamiento, servicios), 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 la presa Infiernillo. En cuanto al paisaje, la autopista constituye un elemento dominante, particularmente en el tramo cercano a Nueva Italia, 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 conectIIIidad 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 del SAR.
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**

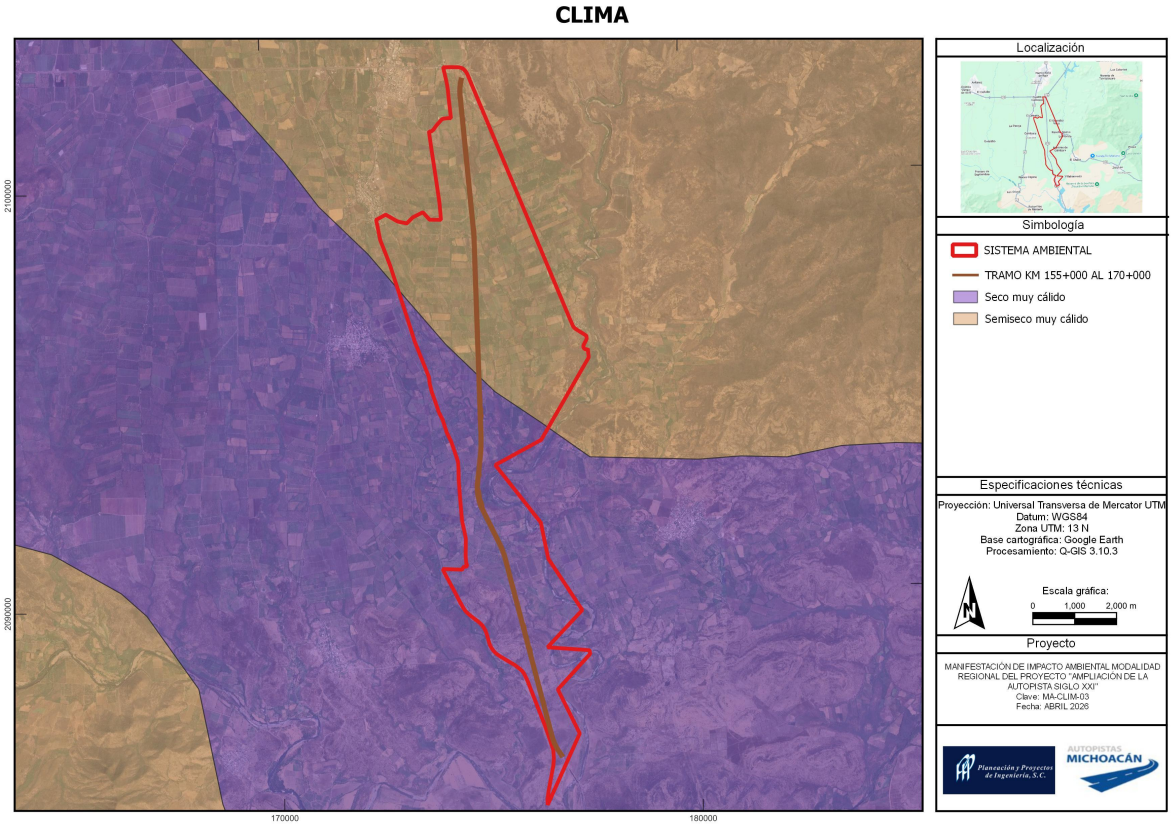
	Elemento del Proyecto que incide	Superficie de incidencia	% de incidencia respecto de la superficie total del Proyecto
Uso de Suelo y Vegetación	Ampliación de la autopista	79 ha	100
Áreas de importancia ambiental	Ninguna	0.00	0.00
Corrientes y cuerpos de agua	Obras de drenaje	8.4 ha	8.4 ha
Ecosistemas relevantes	Ninguno	0.00	0.00
Otro (especificar)	N/A	N/A	N/A

III.2.2.1 Medio abiótico

a) Clima

En la RE de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por E. García (1983) se encuentra un tipo de clima: clima seco, semicálido, con lluvias en verano y baja precipitación (BS1(h)w) (Figura III.3).

Figura III. 3. Clima en la RE.

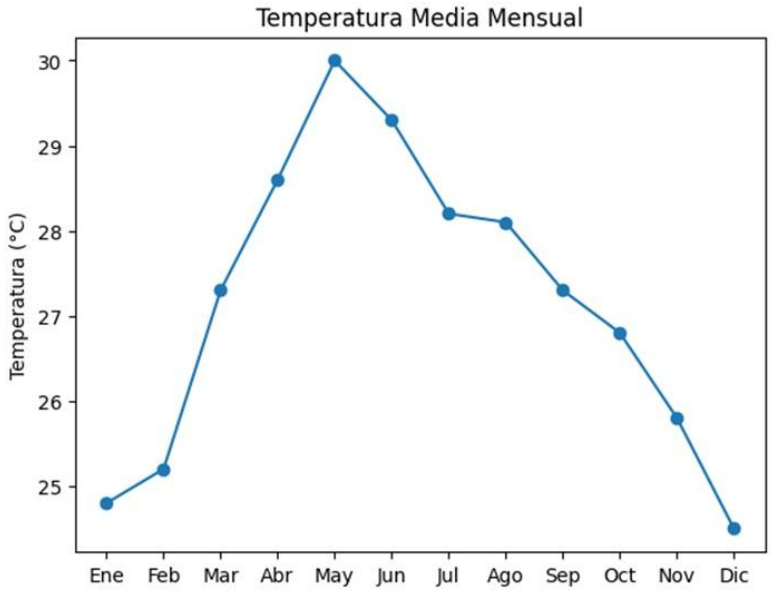


Las estaciones meteorológicas más cercanas el área de estudio son las denominadas Cuatro Caminos (16026) y La Pastoria (16064), pero solo la primera se encuentra en operación, mientras que la segunda esta suspendida desde el año 2000. Ambas estaciones se encuentran en el unicipio de Mugica, en el estado de Michoacán de Ocampo.

Temperatura

Dentro de la RE la temperatura media anual es de 26.9°C. Los meses más cálidos son en abril, mayo y junio, mientras que los meses más fríos son enero y diciembre. Asimismo, en los meses más cálidos la temperatura sobrepasa los 29°C y en los meses más fríos se registra una temperatura menor a los 24°C.

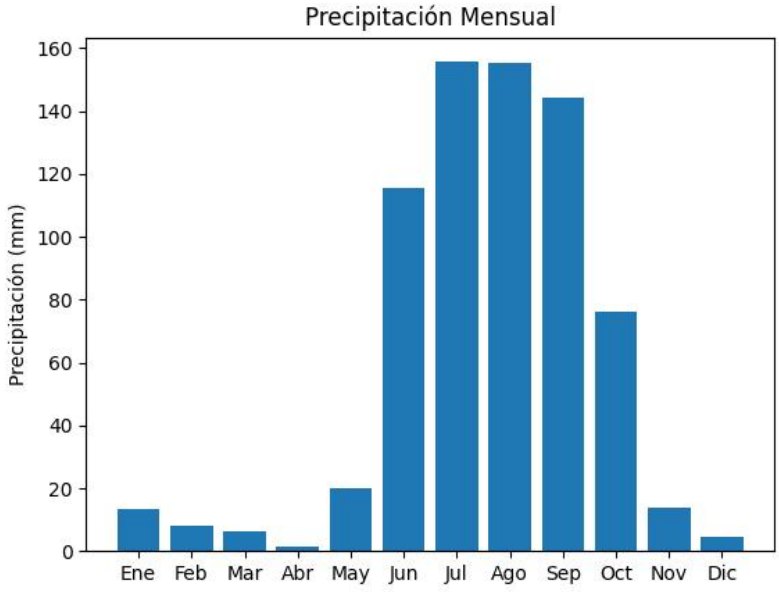
Figura III. 4. Temperatura en la RE.



Precipitación

La precipitación media anual del área de estudio es de 644.7 milímetros. El período de lluvias abarca desde junio a septiembre, siendo el mes de julio y agosto los de mayor precipitación; y diciembre el mes de menor lluvia (Figura III.6).

Figura III. 5. Precipitación media anual.



b) Fisiografía

Desde el punto de vista fisiográfico, la RE se localiza dentro del municipio de Múgica, el cual esta predominantemente dentro de la provincia Sierra Madre del Sur, la cual abarca el 86.77% de la superficie, mientras que el 13.23% restante corresponde al Eje Neovolcánico. Esta distribución refleja la interacción entre dos importantes provincias fisiográficas de México, caracterizadas por condiciones geomorfológicas contrastantes, donde predominan procesos tectónicos y volcánicos que han modelado el relieve actual.

A nivel de subprovincia, el área se sitúa principalmente en la Depresión del Tepalcatepec (Discontinuidad), que cubre el 86.77% del territorio, mientras que una menor proporción (13.23%) pertenece a la Escarpa Limítrofe del Sur. La primera corresponde a una zona de relieve relativamente bajo y con predominio de procesos sedimentarios, mientras que la segunda se caracteriza por pendientes más abruptas, asociadas a estructuras tectónicas que delimitan unidades fisiográficas.

En cuanto a los sistemas de topoformas, destaca la llanura aluvial, que representa el 76.99% del área de estudio, lo que evidencia una fuerte influencia de procesos de depósito fluvial y acumulación de sedimentos recientes. En menor proporción se presenta la meseta basáltica con cañadas (13.23%), la cual refleja la influencia de eventos volcánicos y procesos erosIIIos que han generado disecciones del terreno. Finalmente, el lomerío típico ocupa el 4.94%, caracterizado por formas suavemente onduladas producto de la erosión diferencial.

En conjunto, estas condiciones fisiográficas indican un territorio dominado por relieves bajos y relativamente planos, con zonas localizadas de mayor pendiente, lo cual influye directamente en aspectos como el drenaje superficial, la susceptibilidad a inundaciones y los procesos de erosión, elementos relevantes para la evaluación ambiental del sitio.

c) Geología

Desde el punto de vista geológico, la RE se localiza dentro del municipio de Múgica, el cual presenta un claro predominio de materiales de edad Cuaternaria, los cuales abarcan aproximadamente el 84.46% de la superficie, lo que indica una dinámica geológica relativamente reciente asociada a procesos de sedimentación y vulcanismo. En menor proporción se identifican materiales del Plioceno-Cuaternario con un 9.56%, así como

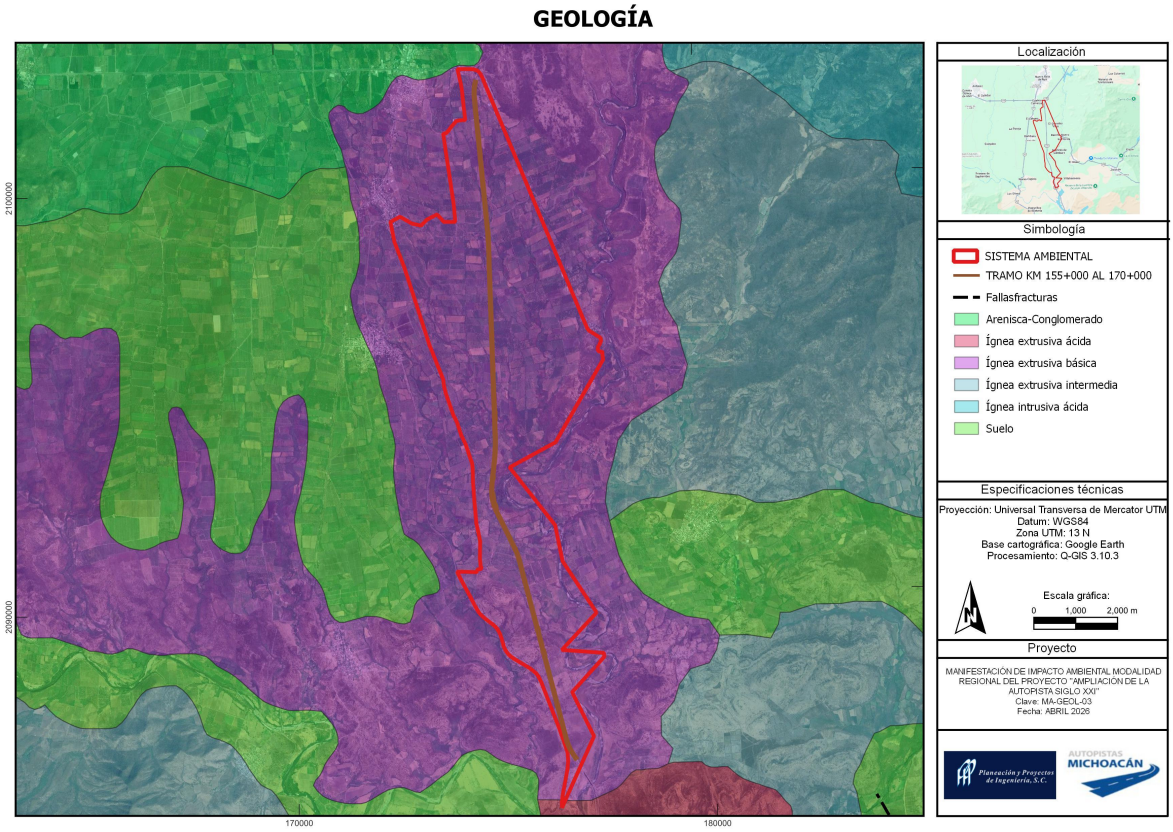
unidades más antiguas correspondientes al Cretácico (1.03%) y al Neógeno (0.95%), evidenciando una evolución geológica compleja pero dominada por eventos recientes.

En cuanto a la litología, predominan las rocas ígneas extrusIIIas, destacando la toba básica con un 25.73%, seguida del basalto con 9.69%, así como la presencia menor de riodacita (0.96%), andesita (0.91%) y asociaciones de basalto-toba básica (0.44%). Estas unidades reflejan una importante actividad volcánica en la región, característica de gran parte del territorio mexicano, particularmente en zonas de influencia del Eje Neovolcánico.

Por otra parte, las rocas sedimentarias están representadas principalmente por arenisca-conglomerado, las cuales cubren el 31.93% del área, evidenciando procesos de depósito asociados a ambientes fluviales o de abanicos aluviales. Asimismo, los depósitos de tipo aluvial constituyen el 26.21% de la superficie, lo que indica la relevancia de los procesos recientes de transporte y acumulación de sedimentos, particularmente en zonas de valle o cauces.

Finalmente, en relación con los sitios de interés geológico, no se cuenta con información disponible dentro del área de estudio, por lo que no se identifican elementos destacados bajo este criterio. No obstante, la diversidad litológica y la predominancia de materiales volcánicos y aluviales confieren al sitio características relevantes desde el punto de vista geomorfológico y edafológico.

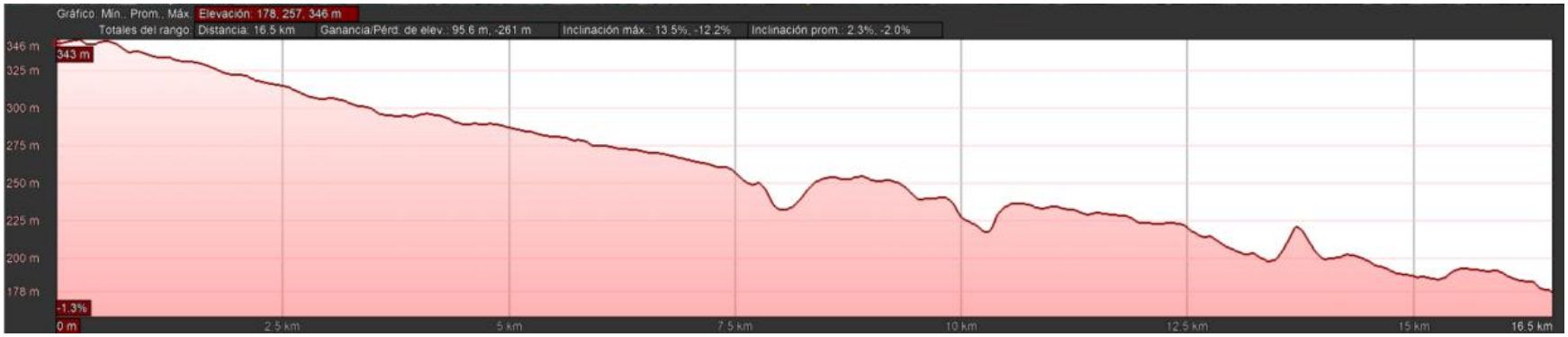
Figura III. 6. Geología dentro de la RE.



d) Topografía

La topografía de la RE es prácticamente homogénea, ya que va desde los 343 msnm hasta la parte sur que tiene 178 msnm, en este descenso de norte a sur se encuentran canales de riego y arroyos, y una elevación de 220 m; en un área que es prácticamente agrícola (Figura III.9).

Figura III. 7. Perfil del trayecto del proyecto.

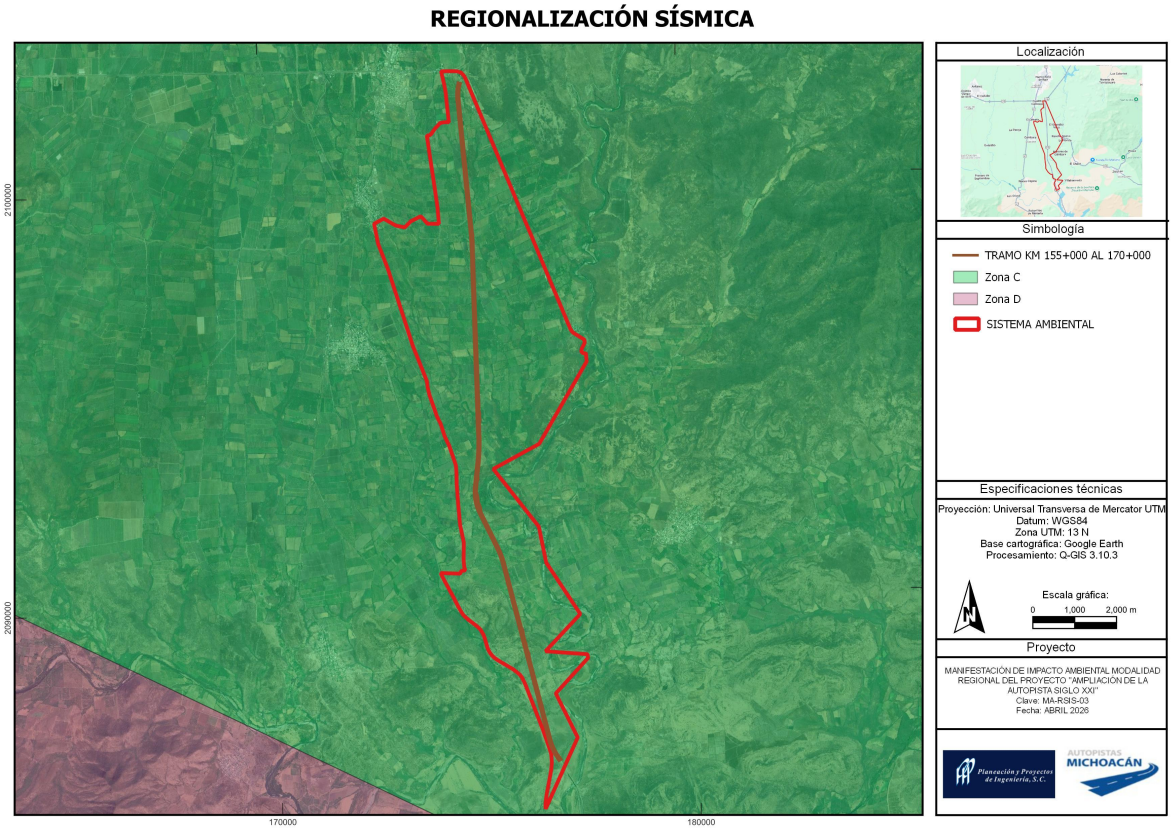


e) Riesgos geomorfológicos

Sismicidad

De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional (SSN) México se dIIIide en cuatro zonas sísmicas. La RE se localiza en una región de tipo C, la cual es una zona de frecuencia sísmica intermedia, caracterizada por la ocurrencia de eventos telúricos moderados que, si bien no presentan la intensidad de las zonas de alta sismicidad, pueden generar afectaciones en la infraestructura y en la estabilidad del terreno. Esta condición está asociada a la interacción de placas tectónicas cercanas, como la Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica, cuyos movimientos han originado sismos históricos de gran magnitud, como el registrado en la costa de Michoacán de Ocampo en 1985, con una intensidad de 8.1 grados en la escala de Richter, cuyo impacto se percibió significativamente en la Ciudad de México.

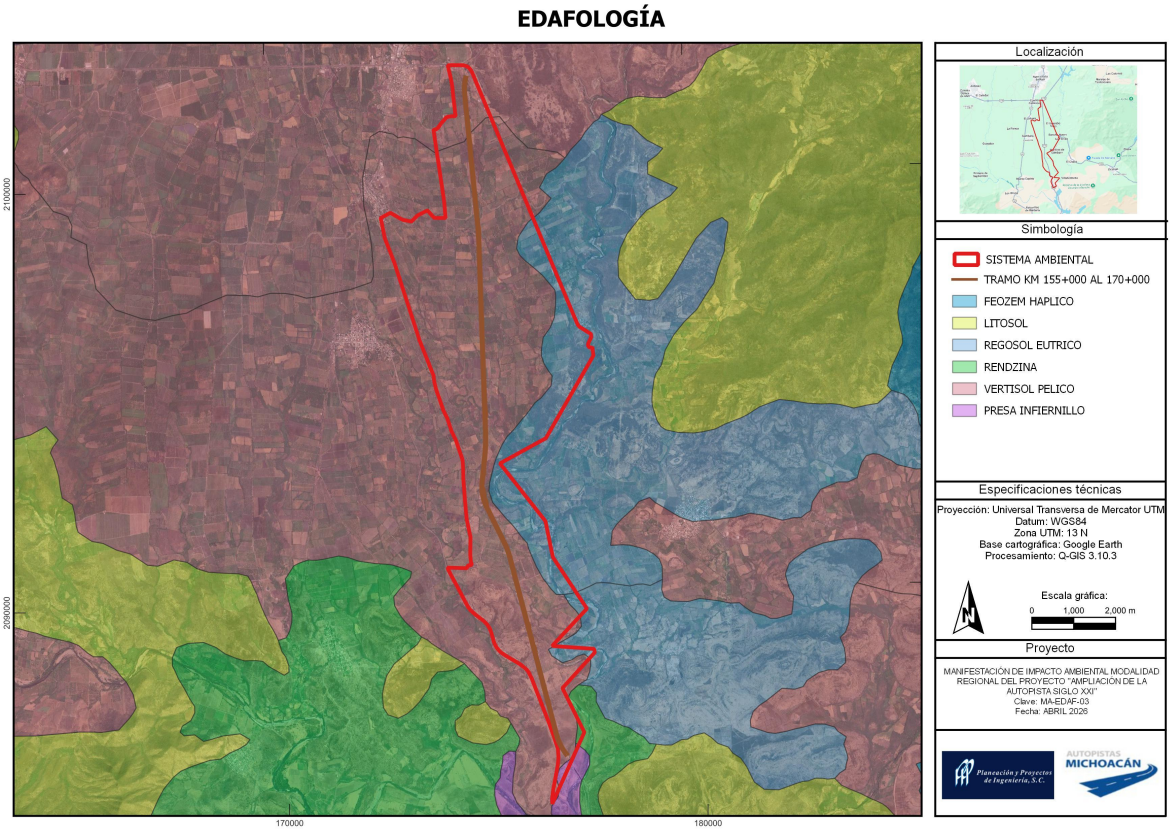
Figura III. 8. Regionalización sísmica de México



f) Suelo

De acuerdo con la carta edafológica de INEGI (serie III) los suelos presentes en el área de estudio son: vertisol y calcisol (Figura III.12).

Figura III. 9. Tipos de suelo presentes en el área de estudio.



Vertisol

Suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de 50 cm de profundidad; en época de secas tiende a agrietarse y cuando esta húmedo son pegajosos debido a la cantidad de arcilla presentes en ellos, con deficiente drenaje; en seco son muy duros. Su color va de gris oscuro a pardo con un pH que varía de ligeramente ácido a moderadamente alcalino. La vegetación que se desarrolla es selva, matorrales y pastos inducidos. Son adecuados para la actividad pecuaria y cuando están cubiertos por pastizales por lo general muestran baja susceptibilidad a la erosión.

Calcisol

Son suelos que se caracterizan por la acumulación secundaria de carbonatos de calcio en el subsuelo, formando horizontes cálcicos que pueden evolucionar a capas endurecidas. Se desarrolla bajo condiciones de clima árido a semiárido, presentando fertilidad de media a baja, así como limitantes físicas asociadas a la presencia de caliche, lo que restringe la infiltración y el desarrollo radicular.

En particular, en el trazo del proyecto el suelo es prácticamente igual, de la parte central al norte es vertisol y de la parte sur es calcisol.

Tipo de suelo en el trazo del proyecto.

Tipo de suelo	Cadenamiento
Vertisol	170+000 al 162+000
Calcisol	161+000 al 155+000

Usos de suelo

El principal uso de suelo dentro de la RE es la actividad agrícola con aproximadamente un 92% del área total. El principal cultivo que se desarrolla en el municipio de Múgica es la hortofruticultura, la cual constituye el motor económico y de desarrollo de la región. Según los datos de comercio exterior y agricultura, los productos con mayor nivel de exportación en 2024 fueron higos, piñas, aguacates, guayabas y mangos (frescos o secos), que representaron US$24.2 millones, seguidos por cítricos frescos o secos con US$1.73 millones.

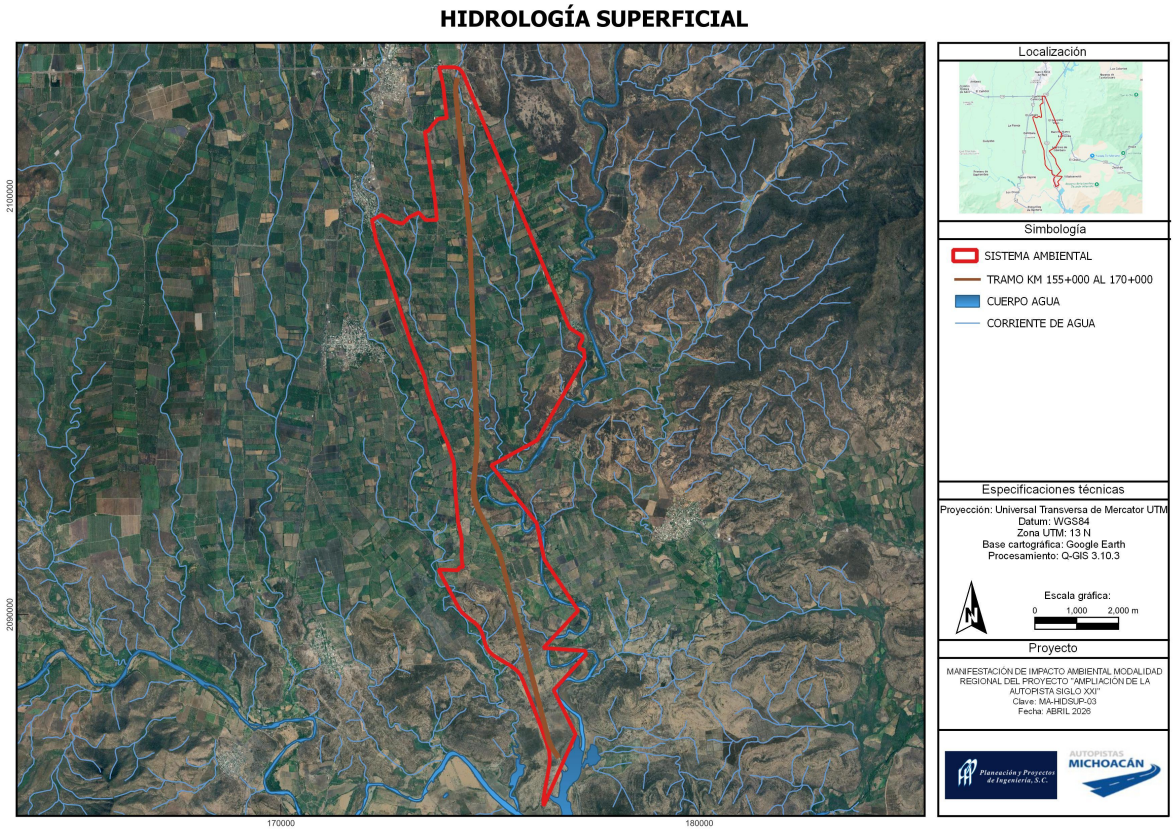
Por otro lado, la vegetación natural cubre una superficie del 8%, en donde es posible encontrar especies árboreas y arbustIIIas del tipo de vegetación de selva baja caducifolia en sus diferentes estadios.

d) Hidrología

La RE se encuentra dentro de la Región Hidrológica Balsas (RH18), en la cuenca del río Tepalcatepec-Infiernillo (RH18I), la cual tiene un área total de 7,218.83 Km^2.

En la RE muestra varias corrientes intermitentes que drenan hacia las partes bajas de las elevaciones formando un patrón angulado y paralelo que al unirse esas corrientes forman corrientes perennes y estas a su vez desembocan hacía el embalse de la Presa Infiernillo.

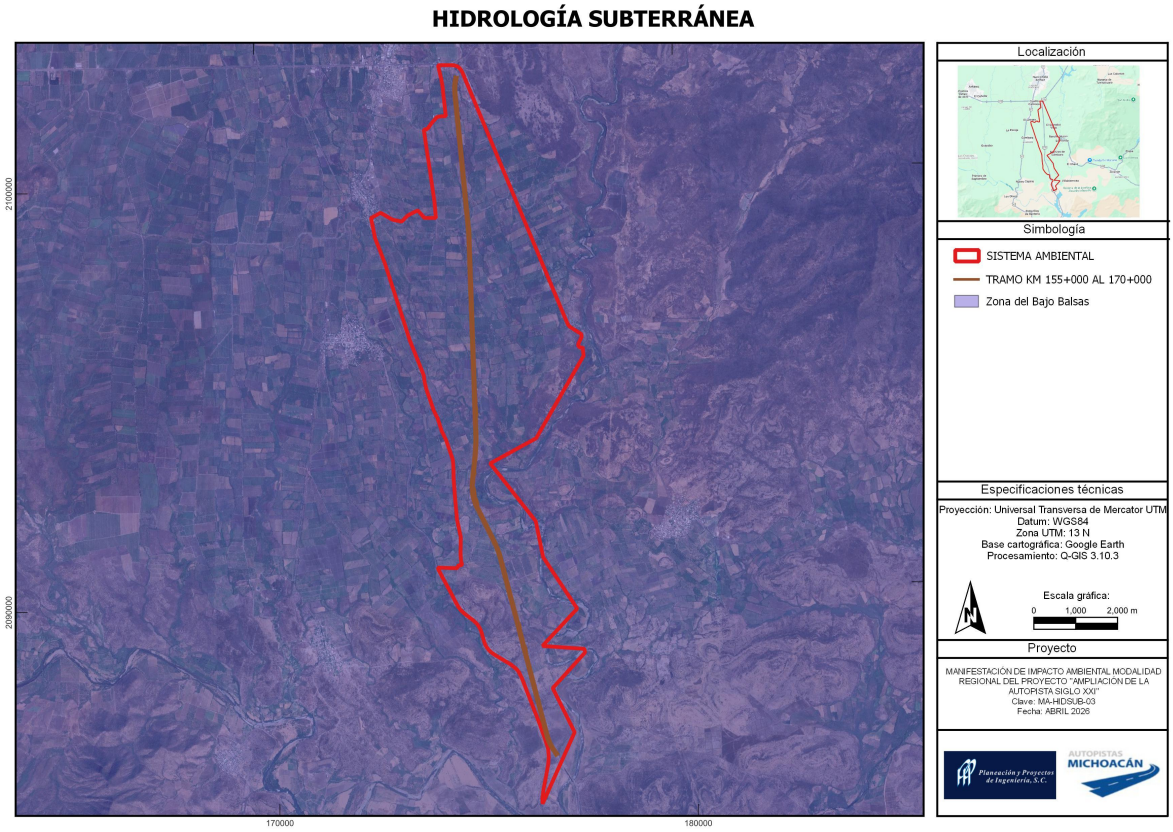
Figura III. 10. Hidrología en el SAR.



Hidrología Subterránea

El balance hidrológico de aguas subterráneas en la región hidrológica del Balsas no presenta un déficit, es decir, se extrae menos de la que ingresa registrando una recarga de 51.1 Mm^3/a, y una extracción de 31.7 Mm^3/a (Secretaría del Medio Ambiente, 2007).

Figura III. 11. Hidrología subterránea en la RE.



Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2024), la RE se incide sobre el acuífero Nueva Italia (1616), el dónde el intrusIIIo granítico de la región se considera de una porosidad y permeabilidad nula que funciona como una barrera impermeable al flujo subterráneo; se desconoce a la profundidad que se encuentra en el valle, superficialmente presenta recarga al valle por medio de los fracturamientos que muestra.

Las rocas volcánicas aflorantes en toda la región se consideran de baja permeabilidad, presentando fracturamiento por donde se infiltra el agua, pudiendo aportar cierta recarga al valle en una proporción mínima, sin impedir el paso al flujo subterráneo.

Debido a las precipitaciones que se presentan en el valle, el agua se infiltra y llega a fluir y brotar por medio de manantiales, los cuales se ubican al Este de Gabriel Zamora y Este de Nueva Italia.

En la región se presentan depósitos de piedemonte, constituidos por aglomerados, conglomerados, gravas y arenas, los cuales, debido a la permeabilidad de sus materiales

y posición topográfica, funcionan como recarga al acuífero. Los abanicos fluviales y depósitos constituidos por aglomerados, gravas, arenas y arcillas, presentan porosidad y permeabilidad alta, funcionando como almacenamiento de acuífero "libre".

El acuífero Nueva Italia tiene un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones de 74,011,561 m^3 anuales.

III.2.2.2. Medio Biótico

III.2.2.2.1Vegetación

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, la vegetación predominante en el área corresponde a selva baja caducifolia, la cual constituye el tipo de vegetación dominante en la cuenca del río Tepalcatepec 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 representatIIIas 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 en el Sistema Ambiental Regional está fuertemente influenciada por procesos de perturbación antrópica. La expansión de la frontera agrícola, el establecimiento de potreros y el desarrollo de infraestructura han generado la sustitución de la vegetación primaria por comunidades secundarias en distintos estados sucesionales. Estas comunidades, generalmente de tipo arbustIIlo o herbáceo, presentan menor diversidad y estructura simplificada en comparación con la vegetación original.

Adicionalmente, la región forma parte de un corredor logístico relevante vinculado al eje Lázaro Cárdenas – Apatzingán, 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 2. 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 dIIIaricatum*	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 arbustIIIo	-	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

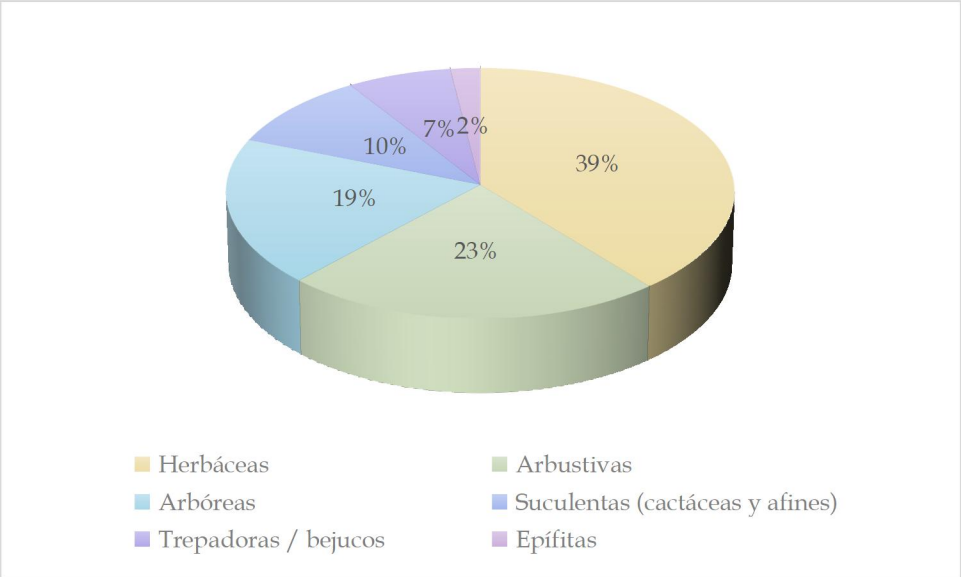
NOM-059-SEMARNAT-2010: Pr= Sujeta a Protección Especial, A=Amenazada; CITES: Ap I= Apéndice I, Ap II= Apéndice II, Ap III= Apéndice III, IUCN: Preocupación Menor (LC), Vulnerable (VU) y No Evaluada (NE); Endémicas: NE (No Endémica) y EN (Endémica).

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, arbustIIIas, herbáceas, trepadoras, suculentas y epífitas.

En el área de estudio se observa una alta representatIIIidad de especies herbáceas y arbustIIIas, 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 arbustIIIas oportunistas tienden a dominar, mientras que las especies arbóreas se concentran en remanentes de vegetación mejor conservada.

Figura III. 12. 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, se identifican 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 derIIIadas del cambio de uso de suelo, mientras que aquellas bajo Protección Especial (Pr) incluyen especies de importancia ecológica, forestal o cultural.

Especies potenciales en categoría A (Amenazada)

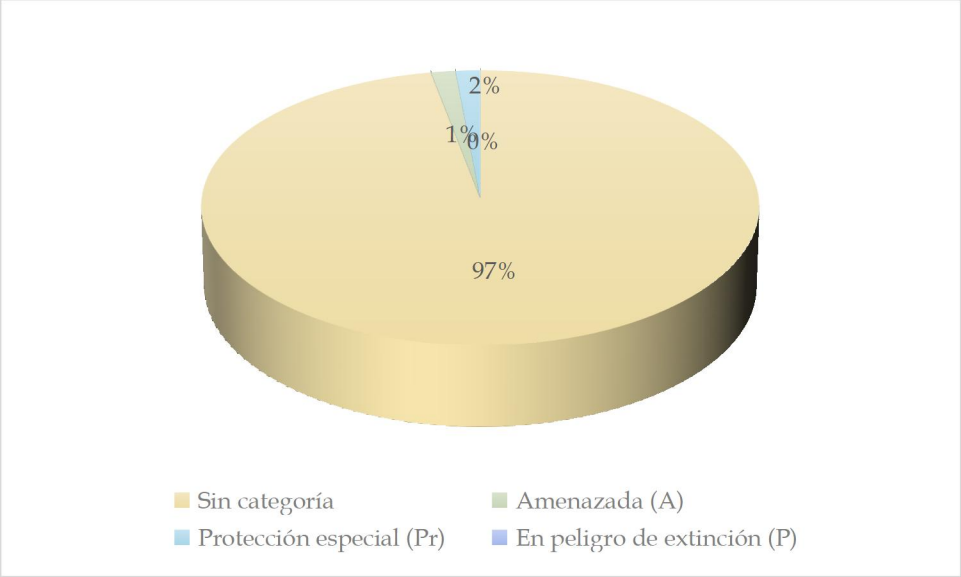
Nombre común	Nombre científico
Pata de elefante	*Beaucarnea recurvata*
Guayacán	*Guaiacum coulteri*
Caoba	*Swietenia humilis*

Especies potenciales en categoría Pr (Protección Especial)

Nombre común	Nombre científico
Cuachalalate	*Amphipterygium adstringens*
Granadillo	*Dalbergia congestiflora*
Palo escrito	*Dalbergia palo-escrito*

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.

Figura III. 13. 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 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 ruderales, gramíneas introducidas, arbustos de vegetación secundaria y elementos arbóreos 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, conectIIIidad 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.

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

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.

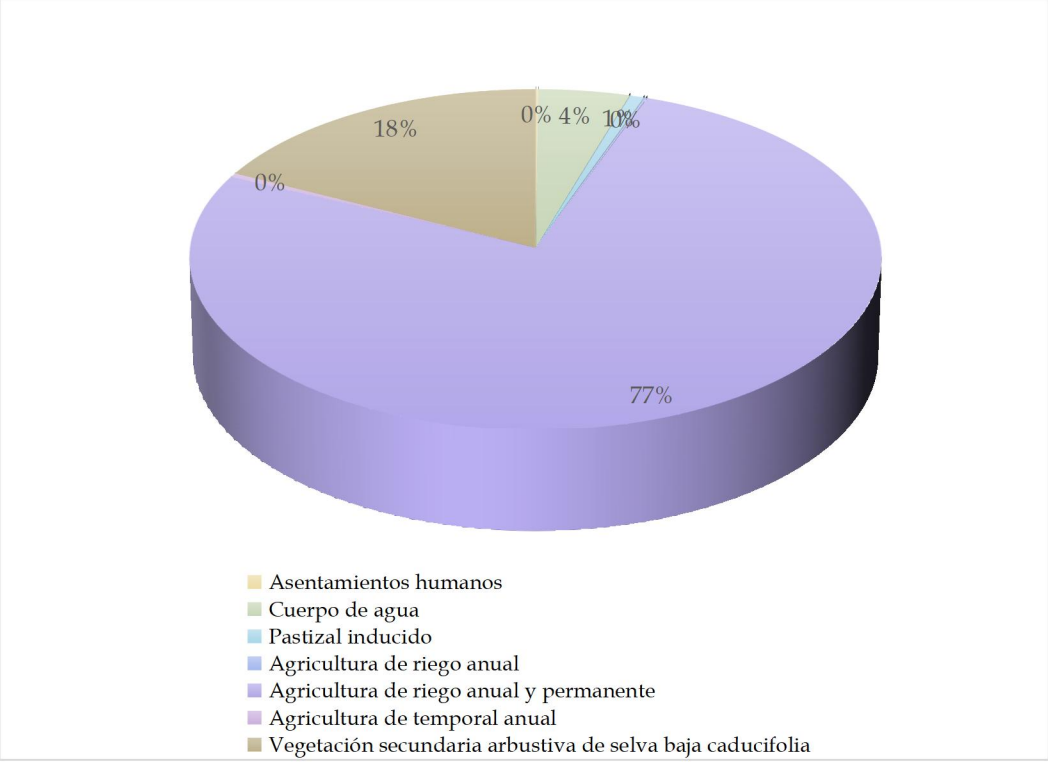
La composición florística evidencia un sistema heterogéneo, donde coexisten especies generalistas con especies de mayor especialización ecológica, lo cual es indicativo de la importancia de mantener la integridad de los remanentes de vegetación natural dentro del área del proyecto.

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 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 representatIIIidad, 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 arbustIIIa derIIIada de la selva baja caducifolia (VSa/SBC), además de pastizales inducidos, cuerpos de agua y asentamientos humanos.

Figura III. 14. 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 intensIIIas. 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%), la agricultura de riego anual (0.14%) y los asentamientos humanos (0.13%), las cuales, aunque limitadas en superficie, contribuyen a la heterogeneidad del paisaje.

Esta distribución es indicativa de un sistema ambiental fuertemente modificado, 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 el AP.

Dado que el Área de Influencia constituye una delimitación espacial definida a partir del alcance potencial de los impactos y no una unidad ecológica independiente, no se realizó un muestreo específico dentro de esta franja. Su caracterización se sustentó en la información generada para el Sistema Ambiental Regional, complementada con recorridos de verificación en campo y análisis de la cartografía de uso de suelo y vegetación.

Este enfoque es metodológicamente consistente, ya que el AI se encuentra contenido dentro de la RE y comparte sus unidades de vegetación y condiciones ambientales, por lo que la información obtenida a escala regional resulta representatIIIa para la evaluación de los impactos en esta área. Lo anterior permite evitar redundancias en el muestreo, manteniendo al mismo tiempo la validez y representatIIIidad del análisis ambiental.

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 representatIIIa 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 y del AP, abarcando tanto áreas con vegetación secundaria como zonas con uso de suelo antrópico, lo que permitió obtener una caracterización representatIIIa de las condiciones actuales de la vegetación en el área de estudio.

Tabla . Sitios de muestreo dentro de la RE /AI

ID	X	Y
1	809312	2088064
2	807781	2088444
3	808872	2085529
4	806861	2089600
5	808757	2089549
6	808309	2091530
7	808699	2094703
8	806974	2101421
9	806796	2100124
10	806847	2100885
11	809306	2095813
12	808391	2094125
13	807954	2093398
14	807557	2092540
15	807632	2089758
16	808443	2088937
17	808618	2088229
18	808721	2087650

Tabla . Sitios de muestreo dentro del AP

ID	X	Y
1	806748.3	2099780
2	806743.3	2099831

3	806722.1	2100101
4	806719.2	2100151

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

Figura III. 15. Sitios de muestreo de flora en la RE /AI

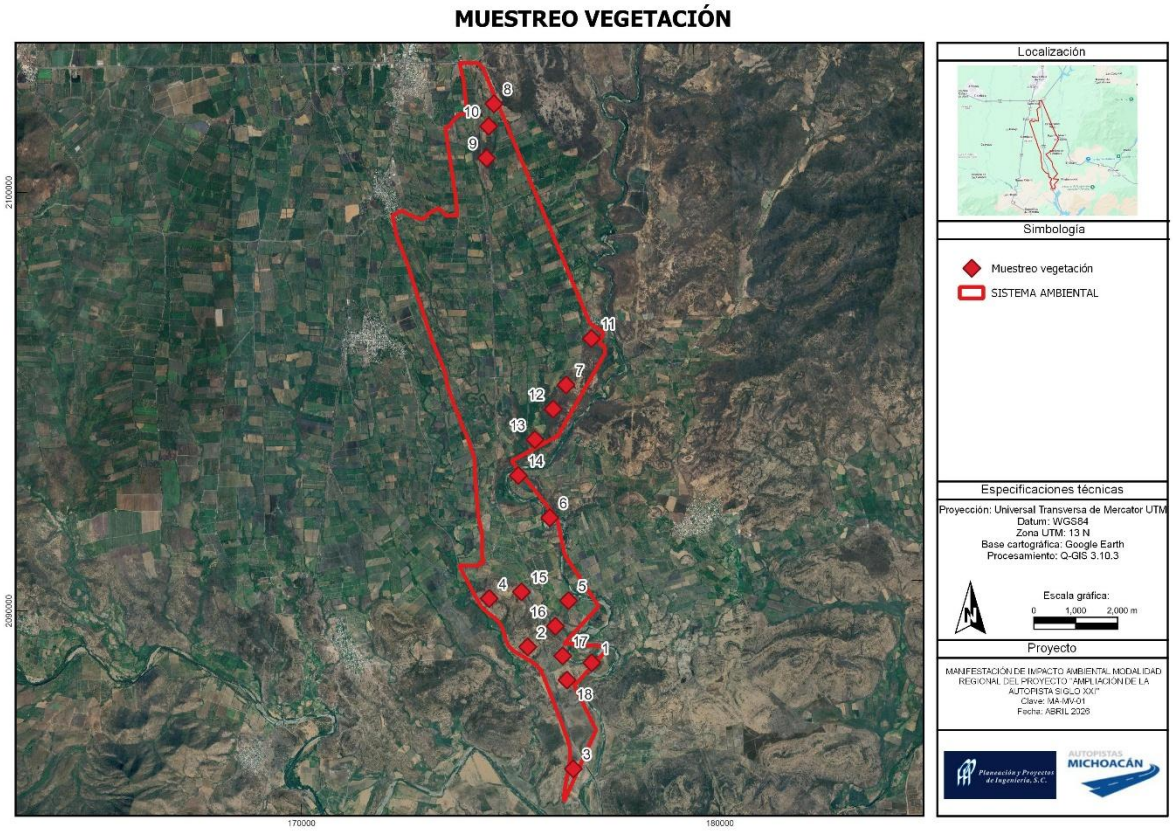
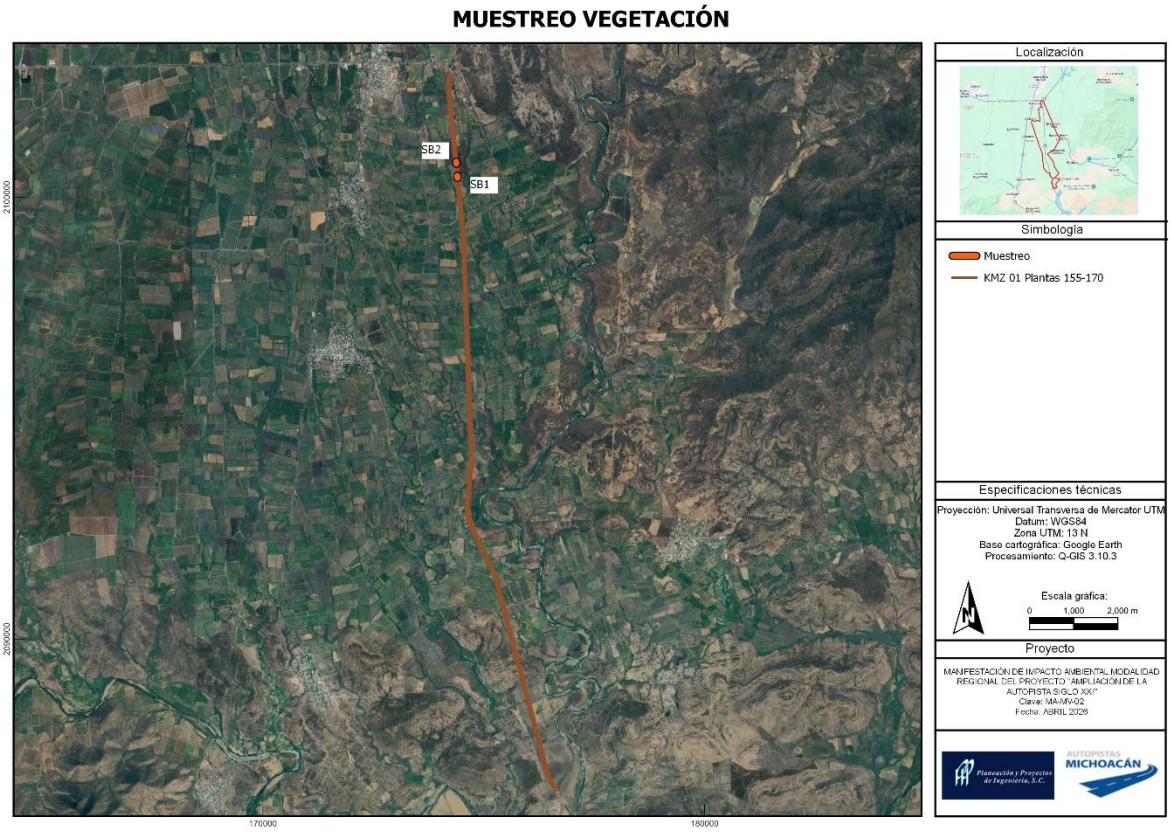
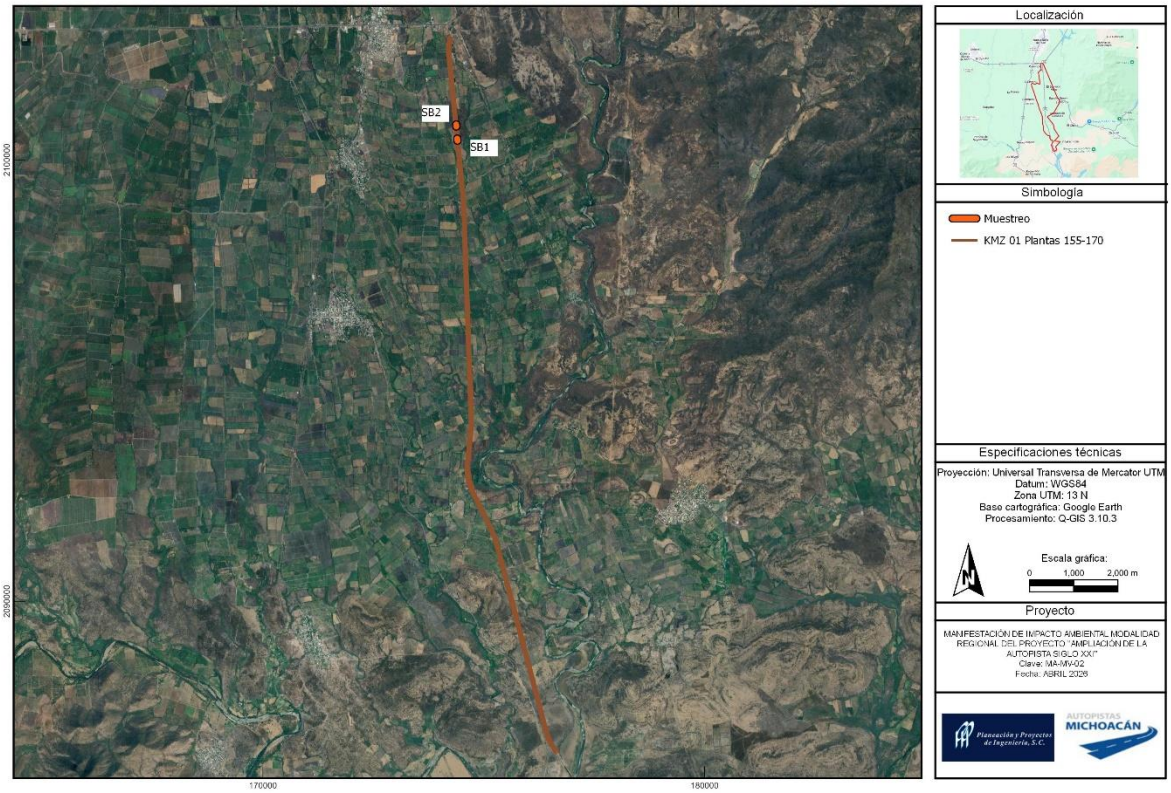


Figura III. 16. Sitios de muestreo de flora en el AP.



MUESTREO VEGETACIÓN



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 el Sistema Ambiental Regional (SAR), particularmente la vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VSa/SBC), así como zonas de transición con uso agropecuario.

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 representatIIIidad del análisis.

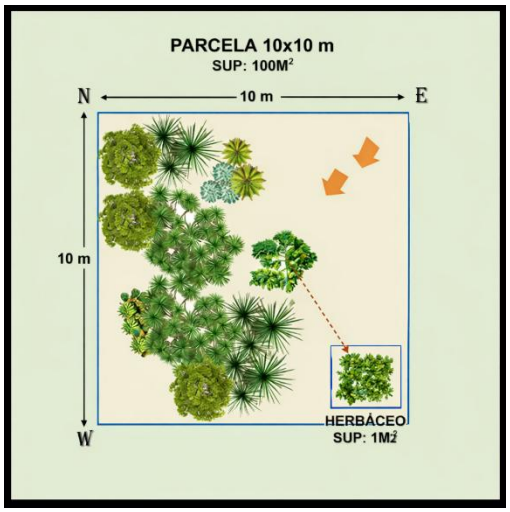
Para las unidades de vegetación natural y secundaria, principalmente selva baja caducifolia en su variante secundaria arbustIIIa, se establecieron parcelas de muestreo en las que se registró la composición florística y la estructura de la vegetación. En cada sitio se identificaron las especies presentes, 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 del Sistema Ambiental Regional (SAR), distribuidas estratégicamente para cubrir la heterogeneidad de la vegetación presente y asegurar la representatIIIidad 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 representatIIIidad de la información ecológica, manteniendo un balance entre la precisión en la caracterización de la vegetación y la viabilidad operatIIIa en campo. En este sentido, para la caracterización de la RE se emplearon parcelas de forma cuadrada con dimensiones de 10 × 10 m, equIIIalentes a una superficie de 100 m².

Figura III. 17. Esquema representativo de las parcelas de muestreo de 10 × 10 m empleadas en la caracterización de la vegetación de la RE.



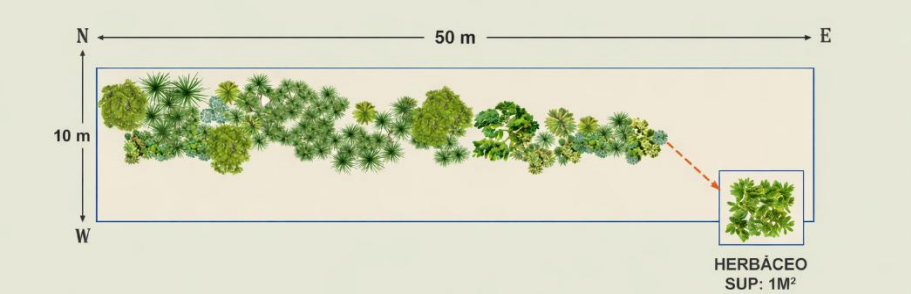
El uso de parcelas de 100 m² es una práctica ampliamente empleada en estudios ecológicos de comunidades tropicales secas, particularmente en ecosistemas como la selva baja caducifolia, donde la densidad, el porte y la heterogeneidad de los individuos permiten una adecuada captura de la variabilidad estructural 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.

Para el Área del Proyecto (AP), correspondiente al derecho de vía de la autopista, no fue factible la implementación de parcelas cuadradas de 10 × 10 m debido a las restricciones físicas inherentes a este tipo de infraestructura lineal. El derecho de vía presenta una geometría alargada y de ancho limitado, con presencia de taludes, obras de drenaje, superficies compactadas y zonas intervenidas, lo cual impide el establecimiento de unidades cuadradas sin generar sesgos o sin incorporar áreas externas al proyecto.

Con el objetIIIo de mantener la representatIIIidad del muestreo dentro de una unidad espacial continua y funcionalmente homogénea, se optó por el uso de transectos rectangulares de 10 × 50 m (500 m²). Este tipo de unidad de muestreo es adecuado en ambientes lineales o fragmentados, ya que permite capturar de manera más eficiente la variabilidad espacial a lo largo del eje del proyecto.

El uso de transectos permite adaptarse a la geometría del derecho de vía, evitar la extrapolación de información fuera del área de estudio, reducir sesgos asociados a áreas no representatIIIas, incrementar la probabilidad de registrar especies en condiciones de disturbio y capturar gradientes microambientales asociados a la infraestructura, como cambios en compactación del suelo, exposición y humedad.

Figura III. 18. Esquema representativo de los transectos de 10 × 50 m empleados en el AP.



Cabe señalar que, aunque las unidades de muestreo difieren en forma entre la RE (parcelas) y el AP (transectos), ambas metodologías mantienen consistencia mediante la estandarización de los datos a unidades por hectárea, lo cual permite la comparación de resultados, particularmente en el cálculo de parámetros estructurales y del Índice de Valor de Importancia (IIII).

Figura III. 19. Figura . Muestreos de flora en la RE 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 31 especies vegetales, distribuidas en los estratos arbóreo, arbustIIIo, herbáceo y cactáceo, con un total de 2,557 individuos contabilizados en las superficies de muestreo. Esta composición florística es representatIIIa de comunidades de selva baja caducifolia en condición secundaria, fuertemente influenciadas por actividades agropecuarias y otros procesos de perturbación antrópica, lo cual se refleja en la dominancia de especies generalistas, ruderalizadas e introducidas.

El muestreo se realizó mediante 20 sitios de evaluación, establecidos en unidades representatIIIas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia (VSa/SBC), utilizando parcelas de 100 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 herbáceo concentra la mayor densidad de individuos (2,420 individuos), destacando de forma dominante especies graminoides y ruderales como *Cenchrus ciliaris* (790 ind.), *Megathyrsus maximus* (417 ind.), *Melinis repens* (362 ind.), *Cynodon dactylon* (283 ind.) y *Sorghum halepense* (266 ind.). Esta dominancia es indicativa de condiciones de disturbio recurrente, apertura del dosel, compactación del suelo y sustitución de la cobertura vegetal original por pastizales inducidos.

El estrato arbóreo registró 68 individuos distribuidos en 8 especies, con predominio de elementos tanto natIIIos como introducidos o asociados a sistemas agroforestales. Sobresalen *Prosopis juliflora* / *P. laevigata* (17 ind.), *Vachellia farnesiana* (16 ind.) y *Mangifera indica* (11 ind.), junto con especies como *Enterolobium cyclocarpum*, *Parkinsonia aculeata* y *Pithecellobium dulce*. La presencia de estas especies, junto con la

baja densidad relativa de individuos arbóreos de mayor porte, es indicativa de un dosel fragmentado y en proceso de regeneración secundaria.

El estrato arbustIIIo estuvo representado por 42 individuos y 4 especies, dominado por *Acacia farnesiana* en su forma arbustIIIa (37 ind.), lo cual evidencia una fuerte expansión de especies espinosas oportunistas asociadas a disturbio. De manera puntual se registraron *Lantana camara, Ricinus communis* y *Croton nIIIeus*, todas ellas frecuentemente asociadas a ambientes perturbados y bordes de vegetación.

El componente de cactáceas estuvo representado por 27 individuos distribuidos en 4 especies, destacando *Opuntia spp*. (14 ind.), *Pachycereus pecten-aboriginum* (6 ind.), *Acanthocereus tetragonus* (4 ind.) y *Stenocereus stellatus* (3 ind.). Su presencia refuerza el carácter estacionalmente seco del sistema y su adaptación a condiciones de estrés hídrico, así como a suelos con cierto grado de degradación o exposición.

Por su parte, las áreas con uso agropecuario dentro de la RE mantienen una composición dominada por pastos introducidos y especies ruderalizadas, junto con elementos arbóreos aislados como *Mangifera indica* y *Prosopis spp*., lo cual refleja un alto grado de transformación del paisaje y la sustitución progresiva de la vegetación natIIIa por sistemas productIIIos.

En el Área del Proyecto (AP), el muestreo se realizó mediante transectos establecidos 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 22 especies, distribuidas en tres estratos (herbáceo, arbustIIIo y cactáceo), con una clara dominancia del estrato herbáceo tanto en riqueza como en cobertura.

La vegetación presente corresponde principalmente a comunidades secundarias derIIIadas de disturbio, dominadas por especies ruderales y de amplia plasticidad ecológica. El estrato herbáceo concentra la mayor riqueza (15 especies), destacando elementos típicos de ambientes alterados como *Cynodon dactylon, Tridax procumbens, Amaranthus sp., Parthenium hysterophorus* y *Bidens spp*., así como otras especies indicadoras de perturbación como *Boerhavia coccinea, Waltheria indica, Cleome viscosa* y *Heliotropium indicum*. La presencia de este conjunto florístico es indicativa de suelos expuestos, compactados y con disturbio recurrente, condiciones que favorecen especies de rápido establecimiento y ciclo de vida corto.

El estrato arbustIIIo presenta una baja riqueza (5 especies) y una distribución dispersa, integrado por L*antana camara, Croton suberosus, Vachellia farnesiana, Vachellia cornigera* y *Randia spp*.. Estas especies se establecen principalmente en microambientes con menor grado de intervención, lo cual es indicativo de limitaciones para el desarrollo de una cobertura arbustIIIa continúa debido a las actividades de mantenimiento del derecho de vía.

Por su parte, el estrato de cactáceas está representado por únicamente dos especies (*Opuntia spp*. y *Acanthocereus tetragonus*), las cuales se distribuyen de manera puntual en sitios con menor competencia vegetal y alta exposición solar, lo cual es consistente con sus requerimientos ecológicos.

El estrato arbóreo es prácticamente inexistente dentro del AP, 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 oportunistas, lo cual es indicativo de un sistema altamente perturbado. Esta condición contrasta con la mayor diversidad, estratificación y organización estructural observada en el Sistema Ambiental Regional (SAR), donde se mantienen comunidades vegetales con mayor grado de conservación y funcionalidad ecológica.

Listado general jerárquico de especies de flora registradas en la RE /AI.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
Arbóreo	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	NL	NL	NE
Arbóreo	Fabaceae	*Prosopis juliflora / P. laevigata*	Mezquite	NL	NL	NE
Arbóreo	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Parota	NL	NL	NE
Arbóreo	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamúchil	NL	NL	NE
Arbóreo	Fabaceae	*Parkinsonia*	Palo verde	NL	NL	NE

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
		aculeata				
Arbóreo	Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Madre cacao	NL	NL	NE
Arbóreo	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Leucaena	NL	NL	NE
Arbustlllo	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	NL	NL	NE
Arbustlllo	Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	NL	NL	NE
Arbustlllo	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	NL	NL	NE
Arbustlllo	Malvaceae	*Sida rhombifolia*	—	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Bidens pilosa*	Aceitilla	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Escoba amarga	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Tridax procumbens*	Hierba del toro	NL	NL	NE
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Bledo espinoso	NL	NL	NE
Herbáceo	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Verdolaga	NL	NL	NE
Herbáceo	Euphorbiaceae	*Euphorbia hirta*	Lechetrezna	NL	NL	NE
Herbáceo	Solanaceae	*Solanum nigrum*	Hierba mora	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Cenchrus ciliaris*	Buffel	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Guinea	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Melinis repens*	Zacate rosado	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Bermuda	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Sorghum halepense*	Zacate Johnson	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Cadillo	NL	NL	NE

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
Herbáceo	Poaceae	*Digitaria sanguinalis*	Zacate pata de gallina	NL	NL	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Opuntia spp.*	Nopal	NL	Apéndice II*	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardón barbón	NL	Apéndice II*	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Stenocereus stellatus*	Xoconostle	NL	Apéndice II*	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitaya de cerca	NL	Apéndice II*	NE

Listado general jerárquico de especies de flora registradas en el Área del Proyecto (AP).

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
Herbáceo	Asteraceae	*Tridax procumbens*	Hierba del toro	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Bidens spp.*	Aceitilla	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Escoba amarga	NL	NL	NE
Herbáceo	Asteraceae	*Melampodium dIllaricatum*	Acahual	NL	NL	NE
Herbáceo	Euphorbiaceae	*Euphorbia spp.*	Lechosa	NL	NL	NE
Herbáceo	Amaranthaceae	*Amaranthus sp.*	Quelite	NL	NL	NE
Herbáceo	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Pasto bermuda	NL	NL	NE
Herbáceo	Malvaceae	*Waltheria indica*	Tapacola	NL	NL	NE

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
Herbáceo	Nyctaginaceae	*Boerhavia coccinea*	Abrojo rojo	NL	NL	NE
Herbáceo	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	NL	NL	NE
Herbáceo	Boraginaceae	*Heliotropium indicum*	Cola de alacrán	NL	NL	NE
Herbáceo	Cleomaceae	*Cleome viscosa*	Cola de rata	NL	NL	NE
Herbáceo	Convolvulaceae	*Ipomoea crinicalyx*	Campanilla	NL	NL	NE
Herbáceo	Acanthaceae	*Ruellia nudiflora*	Hierba de la calentura	NL	NL	NE
Herbáceo	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona	NL	NL	NE
Arbustllllo	Verbenaceae	*Lantana camara*	Cinco negritos	NL	NL	NE
Arbustllllo	Euphorbiaceae	*Croton suberosus*	Croton	NL	NL	NE
Arbustllllo	Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	NL	NL	NE
Arbustllllo	Fabaceae	*Vachellia cornigera*	Cornezuelo	NL	NL	NE
Arbustllllo	Rubiaceae	*Randia spp.*	Crucetillo	NL	NL	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Opuntia spp.*	Nopal	NL	Apéndice II*	NE
Cactáceas	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	NL	Apéndice II*	NE

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 (IIII), 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 (IIII) se aplicó exclusIIIamente a las unidades de vegetación correspondientes a selva baja caducifolia (SBC) dentro la RE, debido a que este es el único tipo de vegetación con estructura leñosa bien definida que permite la estimación de área basal y, por tanto, la obtención de indicadores estructurales comparables.

En el Área de Proyecto (AP), la vegetación presente corresponde principalmente a comunidades herbáceas con presencia ocasional de elementos arbustIIIos dispersos, lo cual es indicativo de condiciones de perturbación y ausencia de una estructura vegetal estratificada; por ello, no fue posible aplicar el IVI, realizándose en su lugar una caracterización basada en cobertura, frecuencia y riqueza de especies.

Asimismo, para el caso del manglar, aunque constituye una comunidad vegetal estructurada susceptible de análisis mediante IIII, este índice no fue aplicado debido a que dicho tipo de vegetación no se encuentra presente en el Área de Proyecto, lo cual limita la comparabilidad de los resultados. En consecuencia, su caracterización se desarrolló de manera descriptIIIa, destacando su composición, estructura general y relevancia ecológica.

Para las unidades correspondientes a usos de suelo antrópicos, tales como agricultura, pastizales, asentamientos humanos y áreas desprovistas de vegetación, no se realizó muestreo cuantitatIIIo ni cálculo de parámetros estructurales, debido a que se trata de sistemas altamente transformados, con baja complejidad estructural y dominados por especies cultIIIadas 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 indIIIiduo 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 indIIIiduo 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 indIIIiduo, 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 representatIIIidad 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 arbustIIIa. Asimismo, se incluyeron unidades con vegetación hidrófila tipo manglar, las cuales fueron caracterizadas de manera descriptIIIa debido a su distribución restringida y a su ausencia dentro del Área de Proyecto (AP). 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), obteniéndose un valor de 28.2555, lo cual es indicativo de una variabilidad moderada en la distribución de la vegetación.

Considerando un nivel de confianza del 95%, un nivel de significancia de α = 0.05, 21 grados de libertad y dos colas, se obtuvo un valor de t = 1.7210. Sustituyendo los valores en la expresión anterior, se determinó un tamaño de muestra de n = 23.6 unidades, lo cual establece el número mínimo de sitios requeridos para alcanzar una representatIIIidad estadística adecuada.

Los sitios de muestreo se distribuyeron a lo largo de la RE en zonas representatIIIas de cada tipo de vegetación y dentro de una franja cercana al 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 (IIII) se aplicó exclusIIIamente a las unidades de vegetación correspondientes a selva baja caducifolia (SBC) dentro de la RE, por tratarse de comunidades con estructura leñosa bien definida que permite la estimación de área basal y la comparación de atributos ecológicos. En contraste, las unidades de manglar, aunque presentan estructura arbórea, no fueron incluidas en este análisis debido a su ausencia en el AP, lo cual limita la comparabilidad de los resultados; en consecuencia, su caracterización se desarrolló de manera descriptIIIa.

Por su parte, en el Área de Proyecto (AP) se identificó vegetación predominantemente herbácea con presencia ocasional de elementos arbustIIIos dispersos, lo cual es indicativo de condiciones de perturbación y de una estructura vegetal simplificada. Debido a ello, no fue posible aplicar parámetros estructurales como el IIII, realizándose en su lugar una caracterización basada en cobertura, frecuencia y riqueza de especies.

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 representatIIIidad 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. 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.

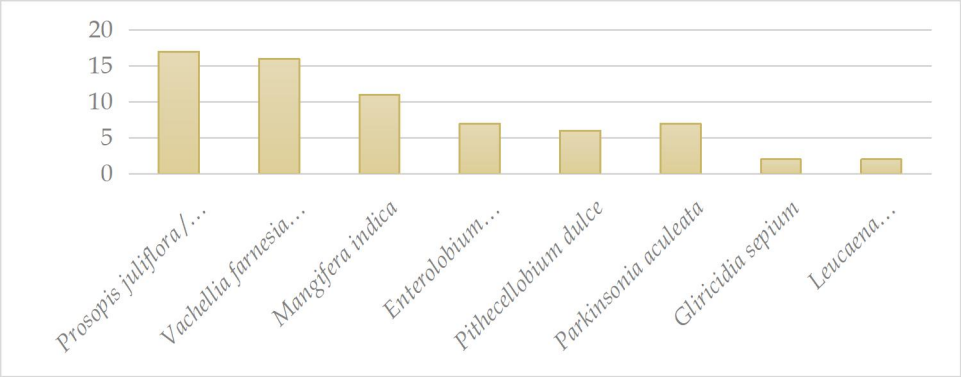
Estrato Arbóreo RE /Al y AP

En relación con el estrato arbóreo muestreado en la RE, se registró un total de 8 especies, entre las que destacan *Prosopis juliflora* / *P. laevigata*, *Vachellia farnesiana* / *Acacia farnesiana, Mangifera indica, Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce* y *Parkinsonia aculeata*. En este conjunto, *Prosopis juliflora* / *P. laevigata* presenta la mayor abundancia relativa (25%) y el valor más alto de importancia ecológica, seguida por *Vachellia farnesiana* / *Acacia farnesiana* y *Mangifera indica*, 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 natIIIos como introducidos o naturalizados, lo cual es característico de sistemas con influencia antrópica y mosaicos de vegetación secundaria.

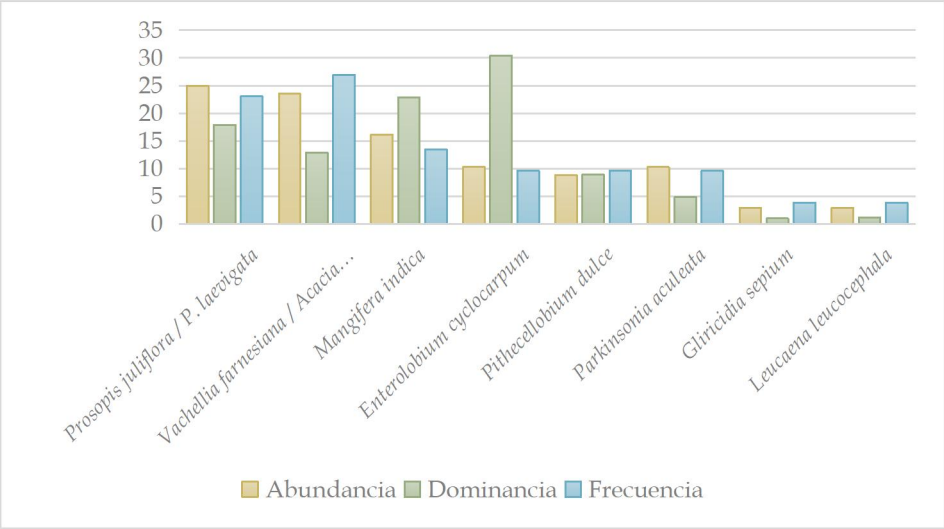
En contraste, dentro del Área del Proyecto (AP) no se registró la presencia de un estrato arbóreo propiamente desarrollado durante el muestreo, lo cual es indicativo de una simplificación estructural extrema del componente leñoso. Esta condición se asocia directamente a las características del derecho de vía, 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, el área se mantiene en etapas sucesionales tempranas, dominadas por vegetación herbácea y, de manera incipiente, por elementos arbustIIlos dispersos, sin que se consolide una estructura vertical compleja.

Figura III. 20. Figura. Abundancia de especies que forman parte del estrato arbóreo



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 III. 21. 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 representatIIIidad ecológica. En particular, *Prosopis juliflora / P. laevigata* (65.965) y *Vachellia farnesiana* (63.342) presentan los valores más altos de IIII, seguidas por *Mangifera indica* (52.527) y *Enterolobium cyclocarpum* (50.300). En conjunto, estas especies concentran una proporción significativa del valor total del IIII, lo cual es indicativo de su papel determinante en la conformación estructural y funcional del estrato arbóreo dentro de la RE.

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	*Prosopis juliflora / P. laevigata*	17	25	17.88774944	23.08	65.96467252
2	*Vachellia farnesiana / Acacia farnesiana*	16	23.52941176	12.8897018	26.92	63.34219049
3	*Mangifera indica*	11	16.17647059	22.88887976	13.46	52.5268888
4	*Enterolobium cyclocarpum*	7	10.29411765	30.39006145	9.62	50.29956371

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
5	*Pithecellobium dulce*	6	8.823529412	8.902772355	9.62	27.34168638
6	*Parkinsonia aculeata*	7	10.29411765	4.862409832	9.62	24.77191209
7	*Gliricidia sepium*	2	2.941176471	0.994677244	3.85	7.78200756
8	*Leucaena leucocephala*	2	2.941176471	1.183748125	3.85	7.971078441
		68	100	100	100	300

Prosopis juliflora / *P. laevigata* y *Vachellia farnesiana* destacan por sus altos valores de abundancia relativa (25.000% y 23.529%, respectIIIamente) y frecuencia relativa (23.08% y 26.92%), lo cual es indicativo de una amplia distribución y presencia constante en los sitios de muestreo. Estas especies constituyen el componente dominante en términos numéricos y de ocupación espacial, característico de ambientes con disturbio y condiciones de aridez estacional.

Por su parte, *Enterolobium cyclocarpum* presenta la mayor dominancia relativa (30.390%), asociada a individuos de gran porte y amplia cobertura de copa, lo cual refleja su contribución significativa a la biomasa y estructura vertical del sistema, a pesar de su menor abundancia relativa (10.294%). De manera similar, *Mangifera indica* muestra una dominancia relativa elevada (22.889%), lo cual sugiere la presencia de individuos maduros que ejercen influencia local en la cobertura, aunque con menor frecuencia relativa (13.46%), lo cual es indicativo de una distribución más restringida.

Especies como *Pithecellobium dulce* (27.342) y *Parkinsonia aculeata* (24.772) presentan valores intermedios de IIII, lo cual es indicativo de una participación relevante pero secundaria dentro del ensamblaje vegetal. En contraste, especies como *Gliricidia sepium* (7.782) y *Leucaena leucocephala* (7.971) muestran valores bajos de IIII, asociados a reducida abundancia, frecuencia y dominancia, lo cual refleja su carácter ocasional o incipiente dentro de la comunidad.

La estructura observada es indicativa de un sistema dominado por especies típicas de ambientes perturbados y de transición, donde coexisten elementos natIIIos adaptados a

condiciones secas con especies introducidas o favorecidas por actividades antrópicas, particularmente en contextos agropecuarios.

Complementariamente, el análisis de diversidad mediante el índice de Shannon (H' = 1.87) refleja una diversidad moderada dentro del estrato arbóreo. Al compararse con la diversidad máxima teórica (H'max = 2.0794), se obtiene un valor de equitatividad (J = 0.90), 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 ArbustIIIo RE y AP

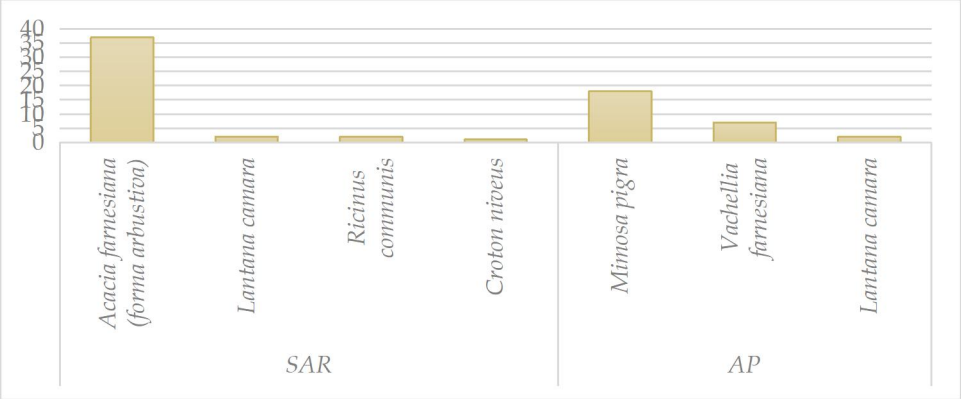
En relación con el estrato arbustIIIo muestreado en la RE, se registró un total de especies características de vegetación secundaria, entre las que destacan *Croton suberosus, Lantana camara, Vachellia cornigera, Vachellia farnesiana* y *Randia spp*.. De éstas, *Croton suberosus* se posiciona como la especie más abundante, seguida por *Lantana camara*, lo cual es indicativo de su alta capacidad de colonización y dominancia en ambientes con disturbio moderado. En menor proporción se registran especies del género Vachellia, mientras que Randia spp. presenta la menor abundancia, reflejando una contribución más limitada dentro del ensamblaje arbustIIIo.

La composición del estrato arbustIIIo en la RE corresponde a comunidades en proceso de regeneración secundaria, donde predominan especies pioneras y oportunistas que toleran condiciones de alta radiación, suelos someros y perturbación. En particular, la dominancia de *Croton suberosus* y *Lantana camara* 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 arbustIIIo, con presencia limitada de especies como *Mimosa pigra* y *Vachellia farnesiana*. La dominancia de Mimosa pigra es indicativa de condiciones de alta perturbación, debido a su comportamiento oportunista y su capacidad para establecerse en suelos alterados. La baja diversidad arbustIIIa 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.

La vegetación arbustIIIa del Área del Proyecto presenta una estructura incipiente y fragmentada, dominada por especies de carácter ruderal y con 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.

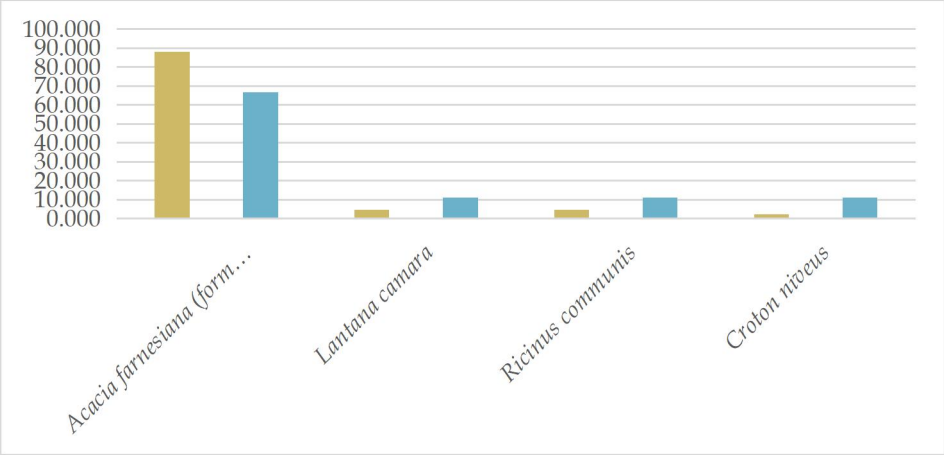
Figura III. 17. Abundancia del estrato arbustIIIo.



El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato arbustIIIo evidencia una estructura dominada por pocas especies con alta representatIIIidad, destacando *Croton suberosus* y *Lantana camara*, seguidas por especies del género Vachellia. En conjunto, estas especies concentran la mayor proporción del IIII 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 III. 17. 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.

Índices de valor de importancia (%) de las especies arbustIIIas registradas en la RE.

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
1	*Acacia farnesiana (forma arbustIIIa)*	37	88.095	90.325	66.67	245.087
2	*Lantana camara*	2	4.762	3.391	11.11	19.264
3	*Ricinus communis*	2	4.762	4.355	11.11	20.228
4	*Croton nIIIeus*	1	2.381	1.929	11.11	15.421
		42	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

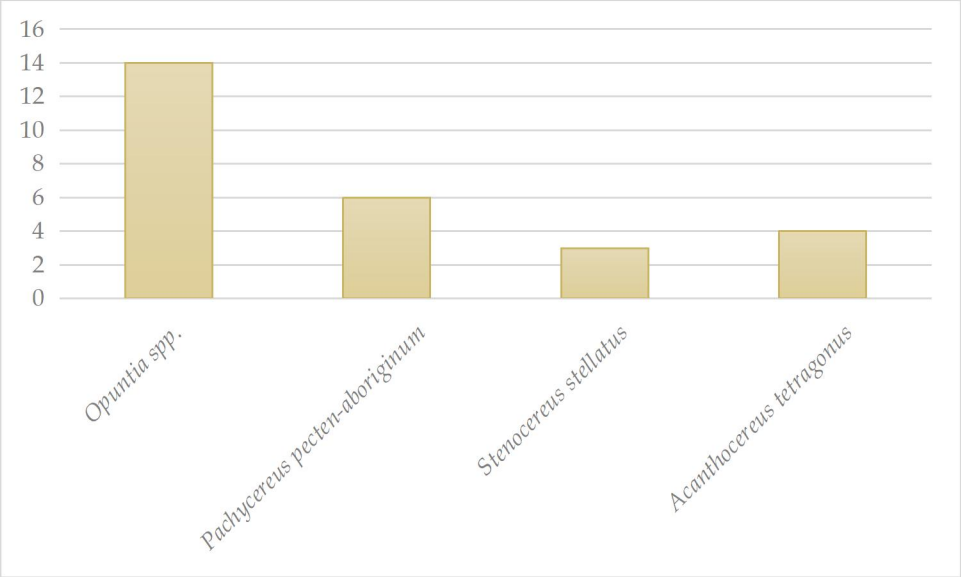
En relación con el estrato de cactáceas muestreado en la RE, se registró un total de cuatro especies: O*puntia spp., Pachycereus pecten-aboriginum, Stenocereus stellatus* y *Acanthocereus tetragonus*. De éstas, Opuntia spp. se posiciona como la especie más abundante, con 14 individuos registrados, lo cual es indicativo de su alta capacidad de adaptación a condiciones de aridez y disturbio. En menor proporción se registran *Pachycereus pecten-aboriginum* (6 individuos), *Acanthocereus tetragonus* (4 individuos) y *Stenocereus stellatus* (3 individuos), reflejando una participación diferenciada dentro del estrato.

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 competitIIIas frente a otros grupos vegetales.

En contraste, en el Área de Proyecto (AP) la presencia de cactáceas es limitada y se restringe a individuos aislados, principalmente de *Opuntia spp*. y *Acanthocereus tetragonus*, asociados a zonas marginales o con menor grado de intervención directa. Esta baja representación es indicativa de condiciones de disturbio continuo y remoción de cobertura vegetal, lo cual limita el establecimiento y desarrollo de este grupo, especialmente de especies columnares que requieren mayor estabilidad del sustrato.

El estrato de cactáceas en el AP presenta una estructura simplificada y fragmentada, con baja densidad de individuos y escasa diversidad, lo cual es indicativo de un sistema altamente intervenido. No obstante, la presencia de especies tolerantes sugiere la existencia de microhábitats donde persisten condiciones favorables para su establecimiento, lo que podría favorecer procesos de recolonización en ausencia de perturbaciones constantes.

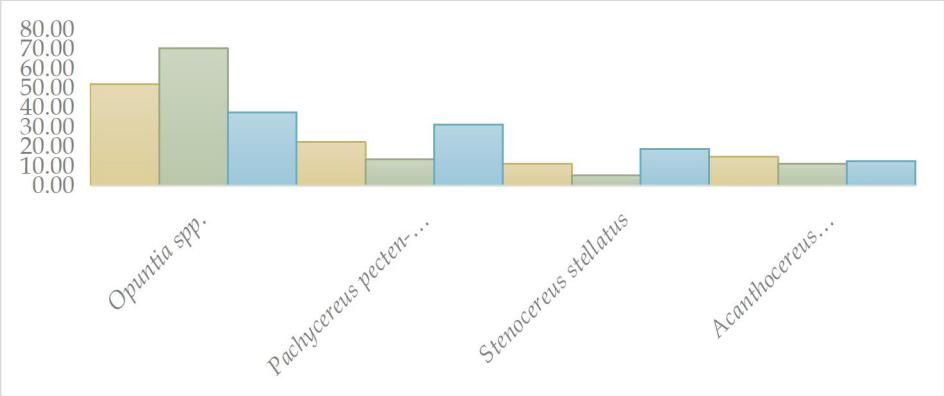
Figura III. 24. Abundancia del estrato de cactáceas.



El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) en el estrato de cactáceas evidencia una estructura con dominancia marcada de *Opuntia spp*., la cual presenta un IVI de 159.57, concentrando la mayor proporción de abundancia relativa (51.85%), dominancia relativa (70.22%) y una frecuencia relativa de 37.50%. Este comportamiento es indicativo de una especie ampliamente distribuida y con alta cobertura dentro del SAR.

En segundo término, *Pachycereus pecten-aboriginum* presenta un IVI de 66.85, con valores intermedios de abundancia (22.22%) y frecuencia (31.25%), lo cual refleja una participación relevante dentro del estrato, aunque sin alcanzar niveles de dominancia comparables a *Opuntia spp*.. Por su parte, *Acanthocereus tetragonus* (38.60) y *Stenocereus stellatus* (34.98) presentan valores más bajos, asociados a menor abundancia y frecuencia, lo que indica una contribución secundaria dentro de la estructura del grupo.

Figura III. 25. Comparativo de los índices de diversidad del estrato de cactáceas.



El índice de Shannon (H' = 1.20) se aproxima al valor máximo esperado (H'max = 1.3863), lo cual se traduce en una alta equitatividad (J = 0.8669). Esto indica que, a pesar de la dominancia de *Opuntia spp*., las demás especies mantienen una representación relativamente equilibrada dentro del estrato, contribuyendo a una estructura más homogénea en comparación con otros estratos analizados.

Índices de valor de importancia (%) de las especies de cactáceas registradas en la RE.

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
1	*Opuntia spp.*	14.000	51.852	70.219	37.500	159.571
2	*Pachycereus pecten-aboriginum*	6.000	22.222	13.375	31.250	66.847
3	*Stenocereus stellatus*	3.000	11.111	5.120	18.750	34.981
4	*Acanthocereus tetragonus*	4.000	14.815	11.285	12.500	38.600
		27	100	100	100	300

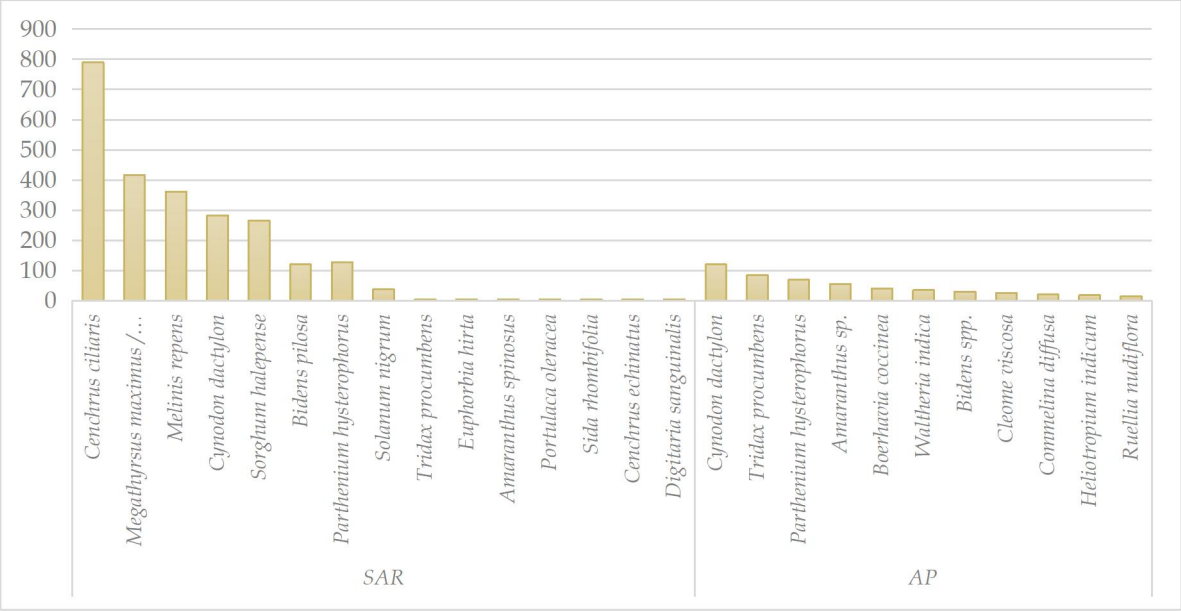
Los resultados evidencian que el estrato de cactáceas presenta una dominancia clara de especies adaptadas a condiciones de aridez, pero con una diversidad relativamente alta y una distribución más equilibrada entre especies, lo cual es indicativo de un componente vegetal resiliente dentro del SAR, capaz de persistir bajo condiciones ambientales limitantes y distintos grados de perturbación.

Estrato Herbáceo RE y AP

En relación con el estrato herbáceo evaluado en la RE, se registró un total de quince especies, destacando la dominancia de gramíneas y herbáceas ruderales asociadas a ambientes con distintos grados de perturbación. Entre las especies más representativas se encuentran C*enchrus ciliaris, Megathyrsus maximus (sin. Panicum maximum), Melinis repens* y *Cynodon dactylon*, las cuales concentran la mayor proporción de individuos y cobertura, lo cual es indicativo de condiciones de disturbio recurrente y sustitución de la vegetación original por coberturas inducidas.

Adicionalmente, se registran especies herbáceas de tipo ruderal como *Bidens pilosa, Parthenium hysterophorus, Sorghum halepense* y *Tridax procumbens*, así como otras de menor abundancia relativa como *Euphorbia hirta, Amaranthus spinosus, Portulaca oleracea* y *Sida rhombifolia*, cuya presencia es indicativa de suelos removidos, compactados o con alteración reciente. En conjunto, la composición florística del estrato herbáceo en la RE refleja una comunidad dominada por especies oportunistas con alta capacidad de colonización, lo cual es consistente con un paisaje sujeto a actividades agropecuarias y disturbio antrópico.

Figura III. 26. Abundancia del estrato herbáceo.



El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) evidencia una fuerte dominancia de pocas especies dentro del estrato herbáceo. En particular, *Cenchrus ciliaris* presenta el

valor más alto de IVI (119.06), derivado de su elevada abundancia relativa (32.64%) y dominancia relativa (66.08%), lo cual es indicativo de su papel estructural predominante dentro del estrato. Le siguen *Megathyrsus maximus* (42.41) y *Sorghum halepense* (31.05), las cuales también presentan valores relevantes asociados a su cobertura y frecuencia dentro de los sitios de muestreo.

Por su parte, especies como *Melinis repens* (28.49) y *Cynodon dactylon* (22.80) presentan valores intermedios de IVI, lo cual es indicativo de una participación constante pero no dominante. En contraste, la mayoría de las especies registradas presentan valores bajos de IVI, inferiores a 20 unidades, asociados a reducida abundancia y frecuencia, lo que refleja su contribución secundaria dentro de la comunidad.

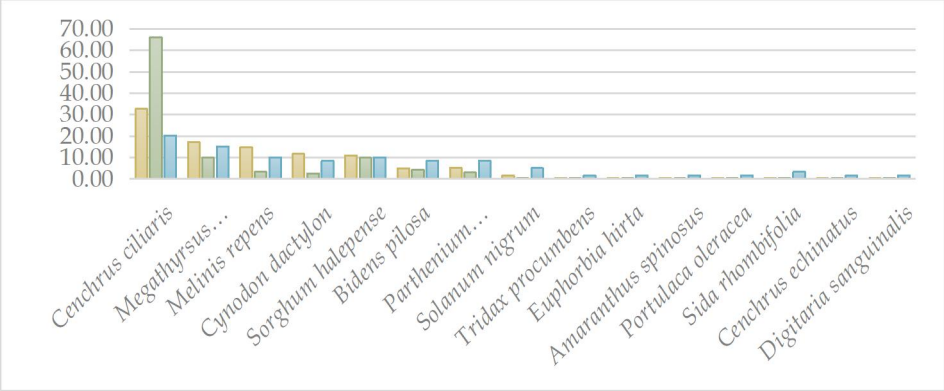
Índices de valor de importancia (%) de las especies herbáceas registradas en la RE.

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
1	*Cenchrus ciliaris*	790.000	32.645	66.075	20.339	119.059
2	*Megathyrsus maximus / Panicum maximum*	417.000	17.231	9.921	15.254	42.406
3	*Melinis repens*	362.000	14.959	3.364	10.169	28.492
4	*Cynodon dactylon*	283.000	11.694	2.630	8.475	22.799
5	*Sorghum halepense*	266.000	10.992	9.888	10.169	31.049
6	*Bidens pilosa*	120.000	4.959	4.461	8.475	17.894
7	*Parthenium hysterophorus*	128.000	5.289	3.045	8.475	16.809
8	*Solanum nigrum*	38.000	1.570	0.353	5.085	7.008
9	*Tridax procumbens*	2.000	0.083	0.019	1.695	1.796
10	*Euphorbia hirta*	2.000	0.083	0.019	1.695	1.796
11	*Amaranthus spinosus*	2.000	0.083	0.019	1.695	1.796
12	*Portulaca oleracea*	2.000	0.083	0.019	1.695	1.796
13	*Sida rhombifolia*	4.000	0.165	0.095	3.390	3.650
14	*Cenchrus echinatus*	2.000	0.083	0.019	1.695	1.796
15	*Digitaria sanguinalis*	2.000	0.083	0.074	1.695	1.852

ID	Nombre científico	No individuos en la superficie de muestreo	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	I.V.I.
		2420	100	100	100	300

El estrato herbáceo presenta un valor de índice de Shannon (H') de 1.86, con una equitatividad (J) de 0.6875, lo cual es indicativo de una diversidad moderada con tendencia a la dominancia de ciertas especies, particularmente gramíneas inducidas. Este patrón es consistente con comunidades sometidas a disturbio continuo, donde pocas especies altamente competitivas concentran la mayor parte de los recursos disponibles.

Figura III. 27. Comparativo de los índices de diversidad del estrato herbáceo.



En contraste, en el Área de Proyecto (AP) se registró un conjunto reducido de especies herbáceas, dominadas principalmente por elementos ruderales y de rápida colonización, tales como *Cynodon dactylon, Tridax procumbens, Parthenium hysterophorus* y *Amaranthus sp*., así como otras especies como *Boerhavia coccinea, Waltheria indica* y *Bidens spp*. Estas especies presentan alta tolerancia a condiciones de disturbio, compactación del suelo y exposición, siendo características de ambientes alterados como derechos de vía.

La estructura del estrato herbáceo en el AP se caracteriza por una alta dominancia de pocas especies y una menor riqueza florística en comparación con la RE, lo cual es indicativo de una simplificación estructural asociada a actividades de mantenimiento, remoción de vegetación y tránsito constante. Asimismo, la distribución de los individuos

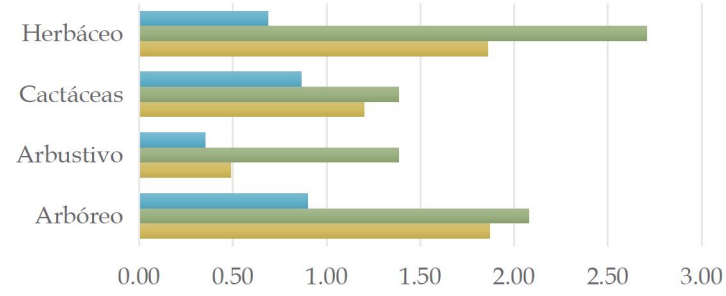
tiende a ser homogénea en parches abiertos, con escasa estratificación y baja complejidad ecológica.

Diversidad y equitatividad de la vegetación por estrato

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y la equitatividad de Pielou (J') para cada uno de los estratos evaluados (arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo), con el propósito de analizar la riqueza específica y la distribución relativa de las especies dentro de la RE.

Los resultados obtenidos muestran que el estrato arbóreo presenta el valor más alto de diversidad (H' = 1.87), seguido muy de cerca por el estrato herbáceo (H' = 1.86), lo cual es indicativo de comunidades con una riqueza específica moderada y una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies. En contraste, el estrato de cactáceas presenta un valor intermedio de diversidad (H' = 1.20), mientras que el estrato arbustivo registra el valor más bajo (H' = 0.49), reflejando una comunidad con baja riqueza específica y fuerte dominancia de una sola especie.

Figura III. 28. Índices de diversidad por estrato de la vegetación de la RE.



	Arbóreo	Arbustivo	Cactáceas	Herbáceo
Equitatividad (J) H/H' max =	0.9000	0.35	0.87	0.69
Máxima diversidad del ecosistema H' max =	2.0794	1.39	1.39	2.71
I. Shannon H'=	1.87	0.49	1.20	1.86

El estrato arbóreo presenta el valor más alto (J' = 0.90), lo cual es indicativo de una distribución homogénea de las abundancias relativas entre las especies que lo conforman. De manera similar, el estrato de cactáceas muestra una equitatividad elevada (J' = 0.87), lo cual sugiere una distribución relativamente balanceada entre sus especies, a pesar de

su menor riqueza. Por su parte, el estrato herbáceo presenta un valor intermedio (J' = 0.69), lo cual es indicativo de una comunidad donde, si bien existe diversidad, algunas especies dominan en términos de abundancia. En contraste, el estrato arbustivo presenta la menor equitatividad (J' = 0.35), lo que confirma una marcada dominancia por parte de una sola especie dentro de este estrato.

Al comparar los valores observados de diversidad (H') con los valores máximos teóricos (H'max), se observa que el estrato arbóreo alcanza un nivel de equitatividad cercano al máximo esperado (H'max = 2.0794), lo cual es indicativo de una comunidad relativamente bien estructurada dentro de su contexto ecológico. De manera similar, las cactáceas (H'max = 1.39) presentan una alta proporción de equitatividad respecto a su potencial máximo, mientras que el estrato herbáceo (H'max = 2.71) muestra una equitatividad moderada, reflejando la influencia de especies dominantes típicas de ambientes perturbados.

En contraste, el estrato arbustivo presenta una diferencia considerable entre el valor observado (H' = 0.49) y su máximo teórico (H'max = 1.39), lo cual es indicativo de una estructura altamente dominada y con baja diversidad efectiva, asociada a procesos de regeneración secundaria y disturbio.

Estos resultados evidencian que la diversidad vegetal de la RE se concentra principalmente en los estratos arbóreo y herbáceo, mientras que los estratos arbustivo y de cactáceas presentan menor complejidad estructural.

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. Este análisis se desarrolló con base en 20 unidades de muestreo de 10 × 10 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.

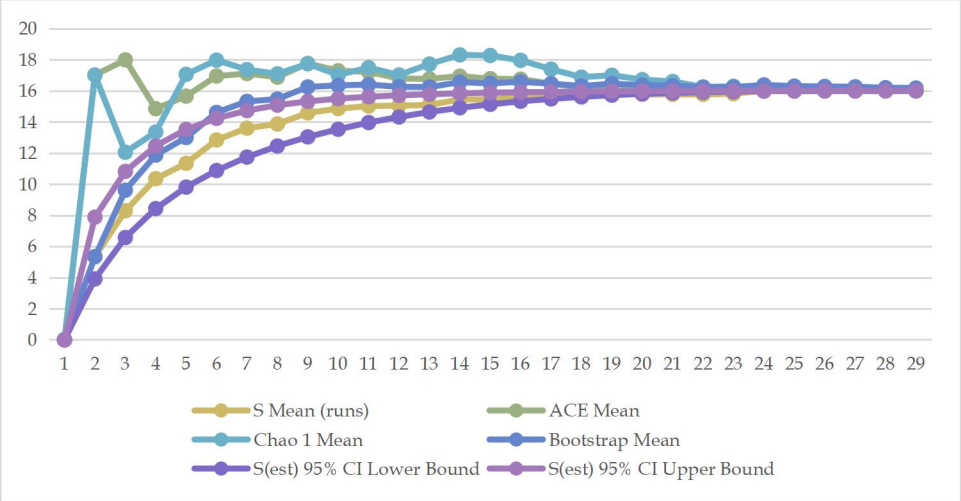
Resumen de estimadores de riqueza y efectividad del muestreo por estrato

Estrato	Sobs	Chao 1	ACE	Bootstrap	Efectividad Chao 1 (%)	Efectividad ACE (%)	Efectividad Bootstrap (%)
Arbóreo	16	16.00	16.00	16.28	100.00	100.00	98.89
ArbustIllo	5	5.00	5.00	5.00	100.00	100.00	100.00
Cactáceas	4	4.00	4.00	4.05	100.00	100.00	98.77
Herbáceo	15	15.00	15.00	15.02	100.00	100.00	99.87

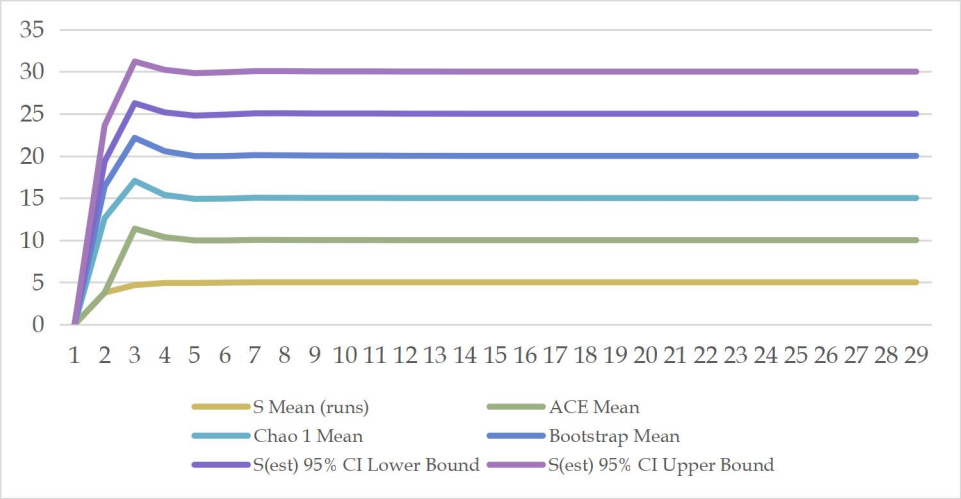
En el presente apartado se muestra una tabla resumen con los principales estimadores de riqueza y niveles de efectividad del muestreo por estrato. Las tablas completas generadas por el programa EstimateS se incluyen en el Anexo correspondiente, con el fin de mantener la trazabilidad del análisis sin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

Figura III. 29. Curvas de acumulación de especies por estrato

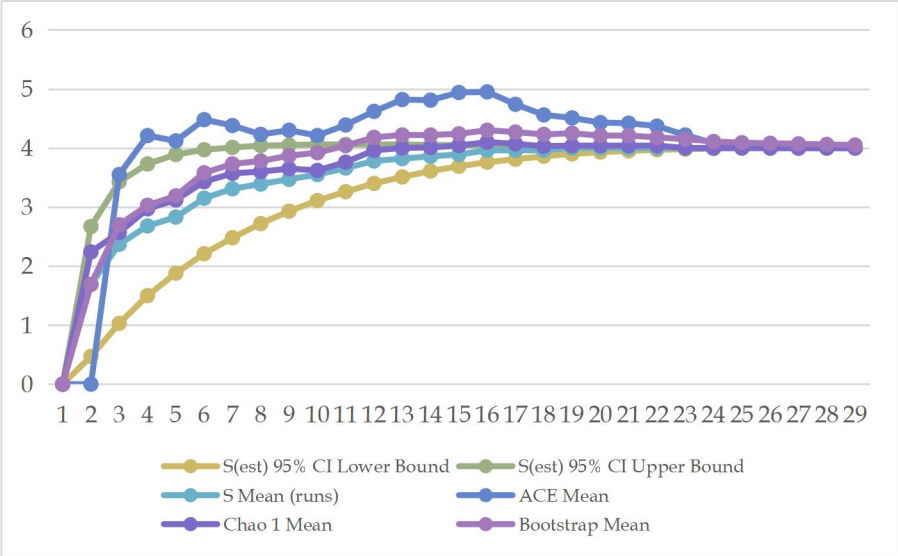
Arbóreo



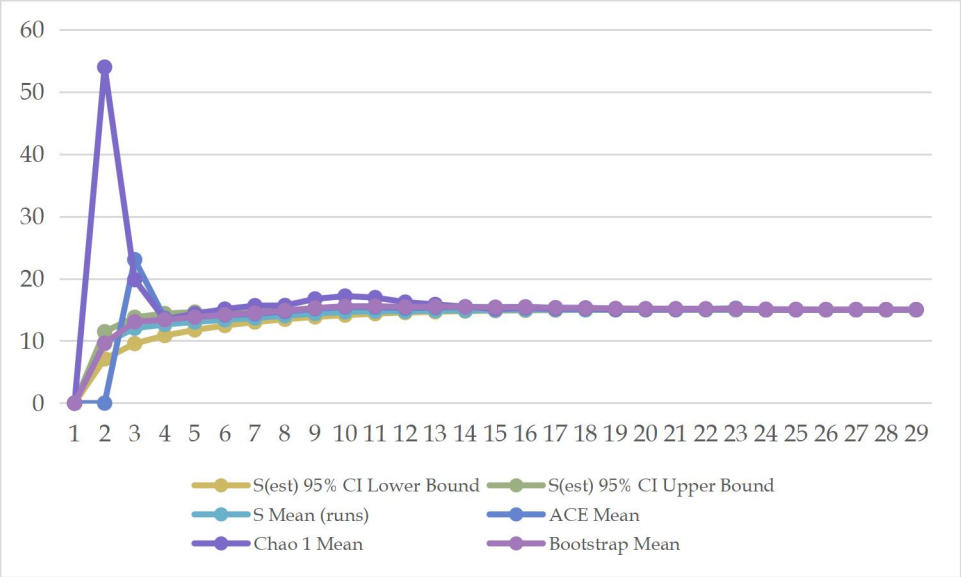
Arbustivo



Cactáceas



Herbáceo



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.

En el estrato arbóreo, se observa una tendencia clara hacia la estabilización de los estimadores conforme aumenta el número de unidades de muestreo, alcanzando valores coincidentes entre la riqueza observada y estimada (Sobs = 16), lo cual es indicativo de un muestreo suficiente para caracterizar la comunidad.

El estrato arbustIIIo presenta una rápida estabilización desde etapas tempranas del muestreo, con coincidencia total entre los valores observados y estimados (5 especies), lo cual refleja una comunidad con baja riqueza específica y alta homogeneidad, adecuadamente representada por el esfuerzo aplicado.

Para el estrato de cactáceas, los estimadores muestran ligeras variaciones en las primeras iteraciones, seguidas de una estabilización consistente en torno a 4 especies. Este patrón es indicativo de una comunidad con baja riqueza, donde la incorporación de nuevas especies tiene un efecto proporcionalmente mayor en las estimaciones, aunque sin comprometer la suficiencia del muestreo.

En el estrato herbáceo, se presentan valores elevados en los estimadores durante las primeras unidades de muestreo, particularmente en Chao 1, lo cual responde a la detección inicial de especies raras. Sin embargo, conforme avanza el muestreo, los valores convergen hacia la riqueza observada (15 especies), mostrando una estabilización progresiva. Este comportamiento es consistente con comunidades herbáceas en ambientes perturbados, caracterizadas por alta variabilidad espacial.

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 el SAR. 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 /Al y AP

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

En el SAR se registra una mayor riqueza de especies y una organización estructural bien definida, particularmente en las unidades de selva baja caducifolia (SBC), donde se identifican los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo y herbáceo. A partir del análisis estructural, destacan especies arbóreas como *Prosopis juliflora* / *P. laevigata* (IVI = 65.965) y *Vachellia farnesiana* (IVI = 63.342), seguidas por *Mangifera indica* (52.527) y *Enterolobium cyclocarpum* (50.300), lo cual es indicativo de su papel determinante en la estructura del dosel. En el estrato arbustivo, *Vachellia farnesiana* (forma arbustIIIa) concentra un IVI de 245.087, reflejando una dominancia marcada en condiciones de vegetación secundaria. En cactáceas, *Opuntia spp*. presenta el mayor valor (IVI = 159.57),

evidenciando su relevancia estructural en ambientes secos. Por su parte, el estrato herbáceo muestra dominancia de gramíneas como *Cenchrus ciliaris* (IVI = 119.06), lo cual es indicativo de condiciones de disturbio y procesos de sustitución de la cobertura original.

En contraste, el Área del Proyecto presenta una vegetación predominantemente herbácea, con presencia dispersa de elementos arbustivos y ausencia de un estrato arbóreo desarrollado. Las especies registradas corresponden principalmente a taxa oportunistas o asociados a disturbio, tales como *Cynodon dactylon*, *Tridax procumbens, Amaranthus sp*. y *Parthenium hysterophorus*, así como algunos arbustos aislados como *Vachellia farnesiana* y *Lantana camara*. Esta composición es indicativa de un sistema altamente transformado, con una estructura simplificada y baja representatividad de comunidades naturales.

Comparación estructural y florística entre la RE y el Área del Proyecto

Característica	RE	AP
Tipo de vegetación dominante	Selva baja caducifolia (con vegetación secundaria)	Vegetación secundaria herbácea
Estratificación	Arbóreo, arbustIIIo, cactáceo y herbáceo	Principalmente herbáceo
Riqueza de especies	Alta (≈43 especies)	Baja a media (≈13–22 especies)
Especies dominantes	*Prosopis spp.*, *Vachellia farnesiana*, *Opuntia spp.*, *Cenchrus ciliaris*	*Cynodon dactylon*, *Tridax procumbens*, *Amaranthus sp.*
Presencia de especies leñosas	Alta	Muy baja
Complejidad estructural	Alta	Baja
Condición ecológica	Moderadamente conservada	Perturbada
Influencia antrópica	Media	Alta

Figura III. 30. Condiciones de la vegetación en la RE



Figura III. 31. Condiciones de la vegetación en el Área del Proyecto (AP)



Las diferencias observadas entre la RE 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 AP refleja procesos de transformación asociados al cambio de uso de suelo y al mantenimiento de infraestructura lineal.

En la RE, los valores de diversidad (H’ = 1.87 en arbóreo; H’ = 1.86 en herbáceo) y equitatividad (J’ hasta 0.90) son indicativos de comunidades relativamente bien estructuradas. En contraste, el AP presenta una estructura simplificada, dominada por especies herbáceas de ciclo corto y alta capacidad de colonización, lo cual limita su complejidad ecológica y su capacidad de provisión de servicios ambientales.

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

El análisis comparativo confirma que el Área del Proyecto no constituye una unidad representativa de la estructura ni de la diversidad de la RE, ya que carece de los elementos dominantes, la estratificación y la complejidad ecológica observada en 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.

Conclusiones vegetación

El análisis integral de la vegetación en la RE permitió caracterizar su composición florística, estructura y diversidad, identificando a la selva baja caducifolia (SBC) como la unidad dominante y de mayor relevancia ecológica dentro del área de estudio.

El análisis estructural mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI) evidenció una comunidad vegetal con dominancia marcada por un conjunto reducido de especies. Destacan *Prosopis juliflora* / *P. laevigata* (IVI = 65.965) y *Vachellia farnesiana* (IVI = 63.342), seguidas por *Mangifera indica* (52.527) y *Enterolobium cyclocarpum* (50.300), lo cual es indicativo de su papel determinante en la estructura del dosel. Este patrón de dominancia también se presenta en los estratos arbustivo, cactáceo y herbáceo, donde pocas especies concentran la mayor proporción de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa.

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener y equitatividad de Pielou muestran que el estrato arbóreo (H' = 1.87; J' = 0.90) y el herbáceo (H' = 1.86; J' = 0.69) presentan mayor complejidad relativa, mientras que el estrato arbustivo (H' = 0.49; J' = 0.35) refleja una fuerte dominancia de una sola especie, y el estrato de cactáceas (H' = 1.20; J' = 0.87) presenta una estructura intermedia con alta equitatividad.

El análisis de suficiencia de muestreo mostró una estabilización clara de las curvas de acumulación y valores de efectividad cercanos al 100% en todos los estratos, lo cual es indicativo de un esfuerzo de muestreo suficiente para caracterizar la composición florística del sistema. Las diferencias mínimas entre riqueza observada y estimada están asociadas a la presencia de especies raras, sin comprometer la representatividad del inventario.

En contraste, el Área del Proyecto presenta una vegetación predominantemente herbácea, con presencia limitada de elementos arbustivos y ausencia de un estrato arbóreo consolidado, lo cual es indicativo de un sistema altamente perturbado. Las especies

registradas corresponden principalmente a taxa oportunistas y de amplia distribución, asociados a disturbio y a condiciones de manejo continuo.

Se concluye que la vegetación presente en el Área del Proyecto corresponde a comunidades secundarias y disturbadas, por lo que las afectaciones directas derivadas del desarrollo del proyecto se concentrarán en este tipo de cobertura vegetal.

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 una región con alto nivel de endemismo, es posible la presencia de especies características de la cuenca del Balsas, 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.

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 formicIIlorus*	-	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	*MyiodynastesluteIIIentris*	-	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	-

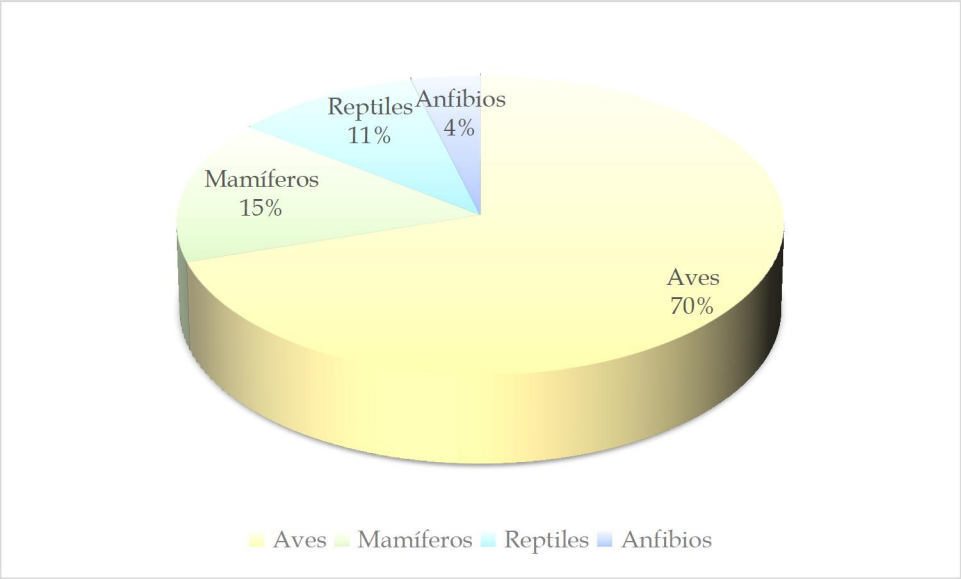
No.	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059	Endemismo	UICN	CITES
145	Passeriformes	Parulidae	Chipe de Virginia	*Leiothlypis virginiae*	-	No	LC	-
146	Passeriformes	Parulidae	Chipe de Tolmie	*Geothlypis tolmiei*	-	No	LC	-
147	Passeriformes	Thraupidae	Semillero brincador	*Volatinia jacarina*	-	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
7			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 III. 32. 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.

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*

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.

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

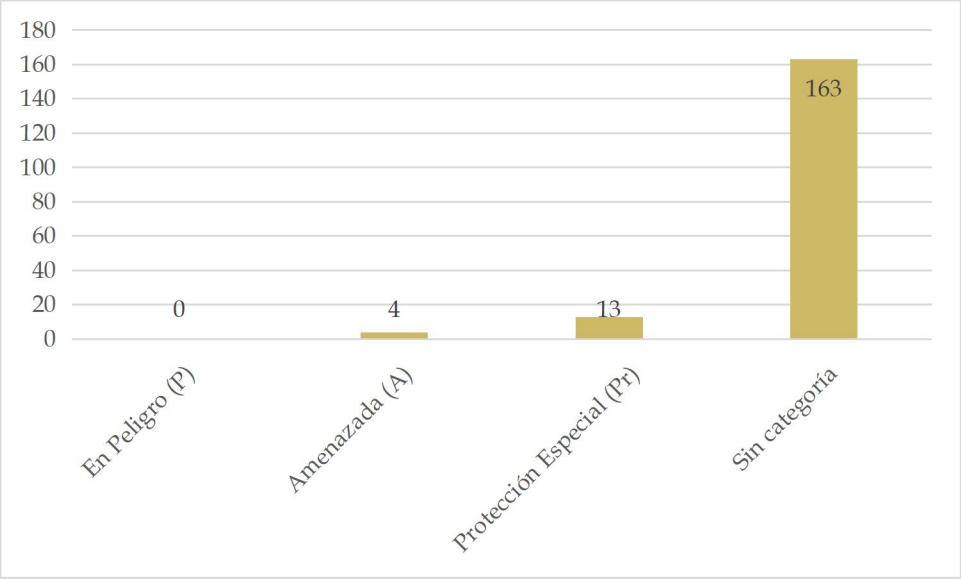
La distribución de las categorías de riesgo es indicativa de un sistema faunístico donde predominan especies sin estatus de protección, lo cual es consistente con ambientes sujetos a disturbio antrópico y con presencia de vegetación secundaria.

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 III. 33. Figura. 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. 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.

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*
	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.

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

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Ocelote	*Leopardus pardalis*
	Tigrillo	*Leopardus wiedii*
	Puma	*Puma concolor*
	Yaguarundí	*Herpailurus yagouaroundi*
	Tamandúa norteño	*Tamandua mexicana*

Grupo	Nombre común	Nombre científico
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 III. 31. Estructura de las categorías que contempla la IUCN. Adaptado de IUCN Red List Categories and Criteria (versión 3.1).



DerIIlado 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. 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.

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 derIIIadas 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 sitio del Proyecto 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 sitio del Proyecto 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 y el sitio del Proyecto, así como en zonas cercanas a nivel municipal y regional, incluyendo referencias de Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal y federal. 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 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.

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, 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 el SAR 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 del SAR.

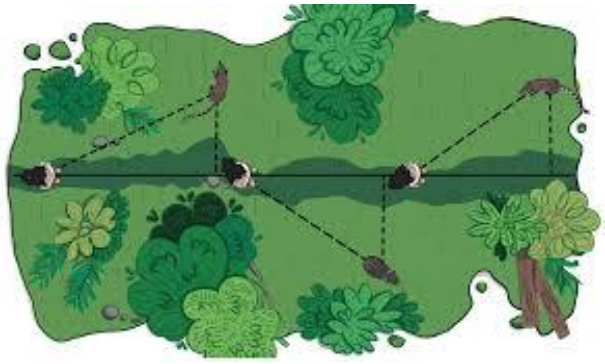
La caracterización de la fauna silvestre se desarrolló basado en métodos científicos para la identificación, descripción y evaluación de los componentes bióticos en función de su entorno, conforme a lo establecido en el Manual de técnicas para el estudio de la fauna silvestre. Este enfoque permite generar 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 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 III. 35. 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).

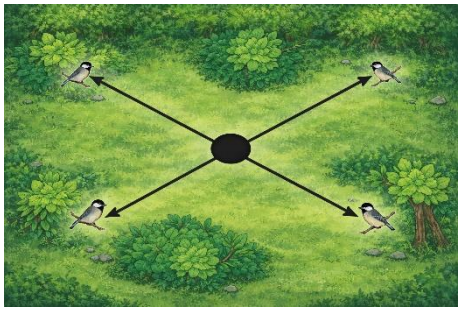


Los recorridos de campo se realizaron mediante transectos lineales establecidos a lo largo del trazo del proyecto, considerando distintos tipos de cobertura vegetal presentes en la RE, como selva baja caducifolia, zonas agrícolas y áreas con influencia de humedales. Los transectos tuvieron una longitud 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 III. 36. 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.

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 área del Proyecto. Estas se eligieron previamente a la visita consultando el SIG 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.

Coordenadas geográficas en UTM de los transectos de muestreo de fauna en la RE.

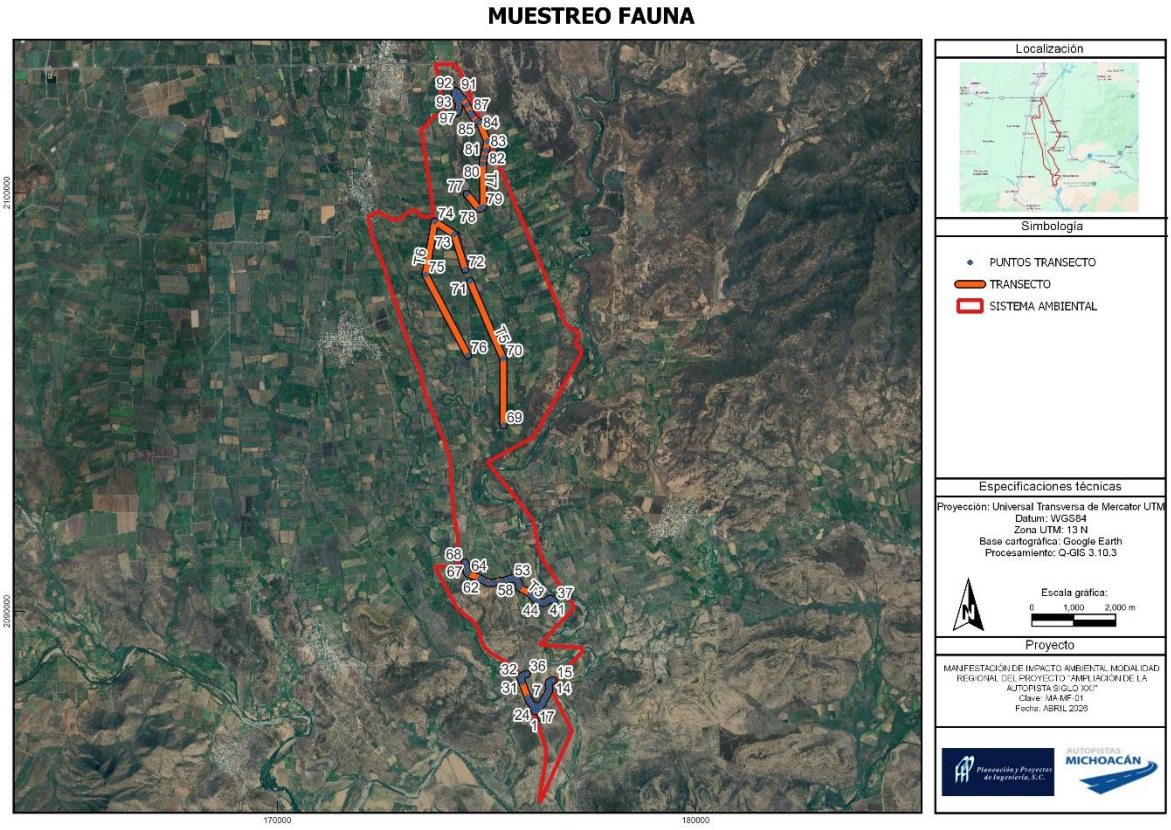
ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	808684.7173	2086778.872	**2**	808645.5128	2086952.451	**3**	808641.9843	2087042.494
4	808682.2553	2087084.868	**5**	808718.1517	2087110.909	**6**	808724.1605	2087149.837
7	808757.9143	2087235.006	**8**	808800.6283	2087283.848	**9**	808852.795	2087385.099
10	808877.349	2087459.17	**11**	808871.8329	2087505.233	**12**	808855.8761	2087569.736

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
13	808874.0072	2087631.237	**14**	808942.2488	2087669.762	**15**	808969.8683	2087673.312
16	808540.7802	2087069.187	**17**	808549.9798	2086989.61	**18**	808559.3318	2086966.453
19	808559.3123	2086945.543	**20**	808539.48	2086935.846	**21**	808523.1175	2086952.842
22	808512.5392	2086971.187	**23**	808503.0566	2087004.979	**24**	808492.4095	2087029.664
25	808483.9131	2087076.186	**26**	808438.4214	2087119.277	**27**	808401.8164	2087180.527
28	808362.3084	2087266.794	**29**	808222.4603	2087617.006	**30**	808215.6799	2087643.783
31	808199.0916	2087685.307	**32**	808178.2728	2087742.093	**33**	808229.2939	2087772.988
34	808272.6749	2087800.423	**35**	808308.5048	2087814.945	**36**	808339.8247	2087825.91
37	808990.2503	2089566.796	**38**	808957.4513	2089594.494	**39**	808884.1736	2089621.347
40	808833.2764	2089590.485	**41**	808804.8247	2089545.958	**42**	808782.7822	2089533.739
43	808730.9042	2089520.867	**44**	808694.5369	2089533.194	**45**	808626.9314	2089553.288
46	808524.5686	2089615.89	**47**	808468.1774	2089678.403	**48**	808424.9304	2089745.922
49	808156.271	2089888.302	**50**	808156.3249	2089964.892	**51**	808130.7727	2090039.293
52	808056.8173	2090112.612	**53**	807969.503	2090108.793	**54**	807898.6327	2090080.415
55	807840.942	2090067.046	**56**	807733.3502	2090048.66	**57**	807591.2316	2090017.851
58	807560.958	2090017.088	**59**	807527.1869	2089994.989	**60**	807479.7973	2089996.882
61	807354.61	2090032.405	**62**	807265.1825	2090080.907	**63**	807221.5142	2090109.386
64	806930.2172	2090216.756	**65**	806896.5346	2090255.4	**66**	806895.3136	2090372.472
67	806877.3049	2090456.427	**68**	806854.4933	2090490.226	**69**	807776.1484	2093764.317
70	807776.4606	2095364.541	**71**	806981.616	2097215.453	**72**	806865.4757	2097485.697
73	806599.646	2098333.393	**74**	806135.3677	2098637.614	**75**	805914.2703	2097366.232
76	806929.8724	2095437.24	**77**	806900.0487	2099297.285	**78**	807192.9612	2098936.552
79	807301.2321	2098986.854	**80**	807285.1228	2100015.171	**81**	807301.4516	2100170.939
82	807355.7146	2100335.109	**83**	807391.7237	2100552.506	**84**	807211.7529	2100999.235
85	807143.7122	2101032.359	**86**	807028.8047	2101159.944	**87**	806987.496	2101239.514
88	806907.394	2101415.229	**89**	806804.1145	2101578.473	**90**	806717.2667	2101634.645

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
91	806691.1379	2101724.356	**92**	806619.6476	2101754.356	**93**	806616.9001	2101684.801
94	806649.7551	2101574.817	**95**	806705.5982	2101508.332	**96**	806713.5474	2101415.951
97	806701.4409	2101298.402	**98**	806675.1223	2101242.506			

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

Figura III. 37. 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.

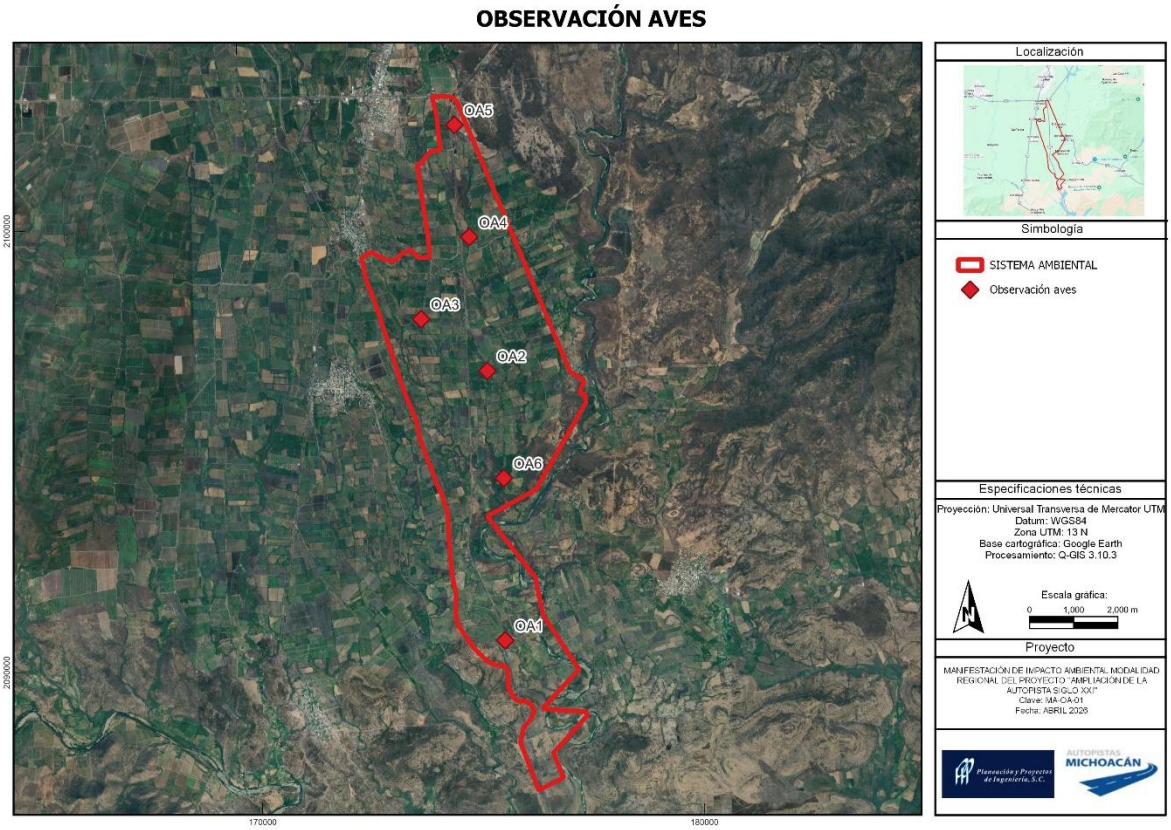
Coordenadas geográficas en UTM de los puntos de observación de aves en la RE.

ID	X	Y
OA1	807807.00	2090072.00

ID	X	Y
OA2	807403.00	2096180.00
OA3	805901.00	2097353.00
OA4	806990.00	2099215.00
OA5	806654.00	2101756.00
OA6	807775.00	2093749.00

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

Figura III. 38. 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, 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.

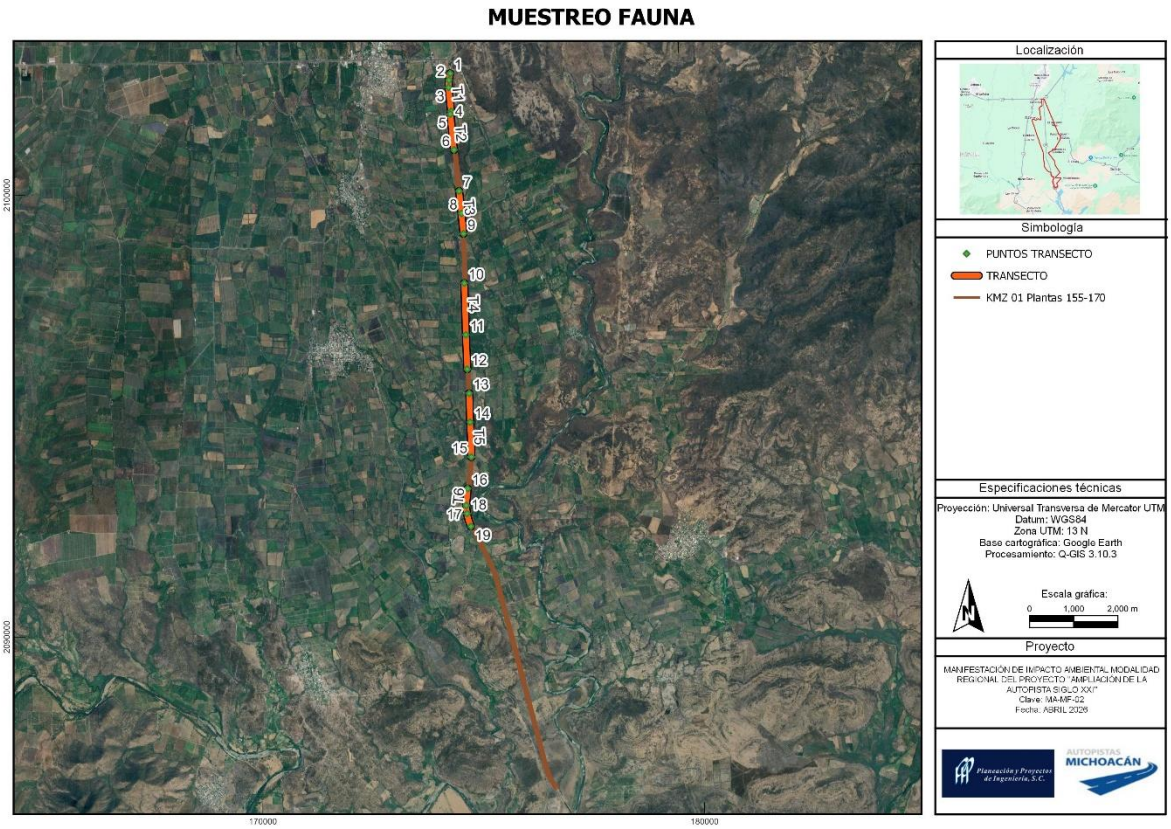
Coordenadas geográficas en UTM de los transectos de muestreo de fauna en el AP.

ID	X	Y
1	806581.8	2102101
2	806553.7	2101949
3	806546.8	2101784
4	806602.5	2101241
5	806585.9	2101179
6	806668.9	2100371
7	806786.6	2099437
8	806838	2098932
9	806884.3	2098473
10	806901.9	2097351
11	806939.6	2096183
12	806969.9	2095407
13	807014.7	2094858

ID	X	Y
14	807034.8	2094206
15	807062.2	2093420
16	806979.1	2092702
17	806948.2	2092320
18	806963.1	2092136
19	807052.5	2091847

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 III. 39. Transectos de muestreo de fauna silvestre en el Área del Proyecto (AP).



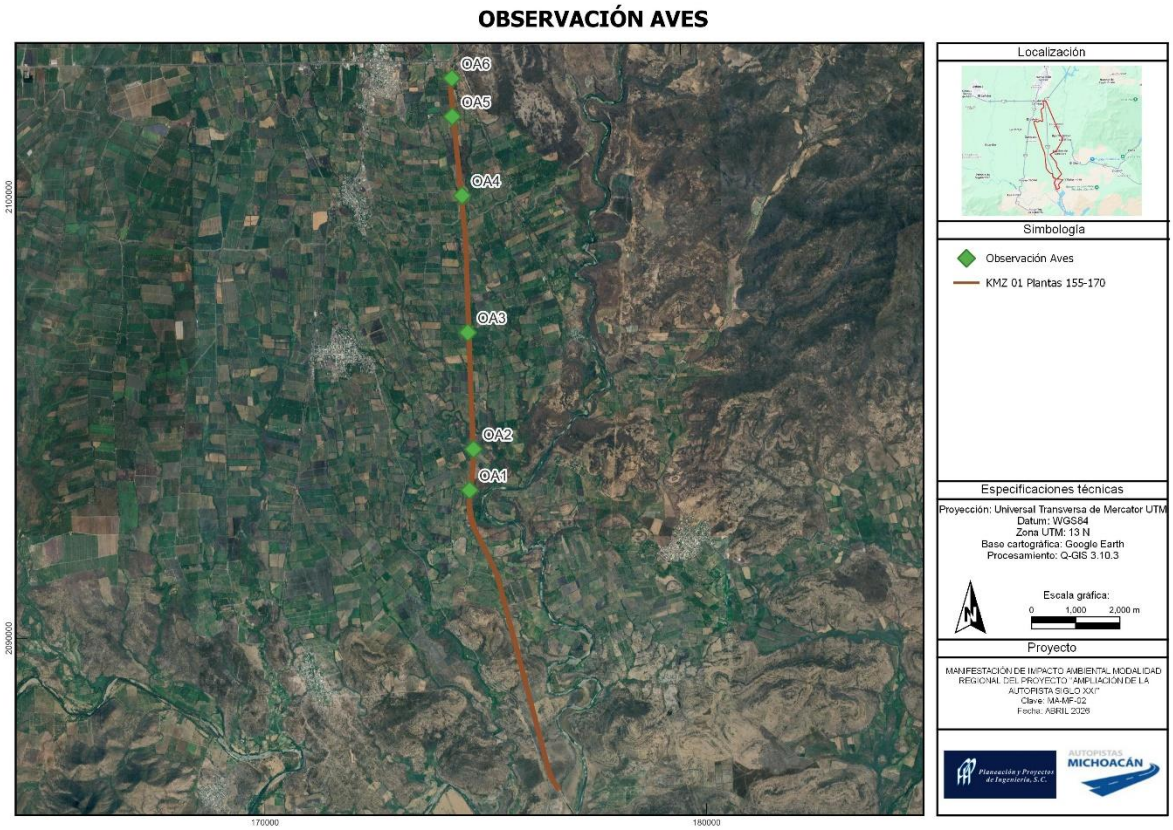
En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas en UTM de los puntos de observación de aves establecidos en el Área del Proyecto.

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

ID	X	Y
OA1	806978.00	2092697.00
OA2	807066.00	2093627.00
OA3	806937.00	2096271.00
OA4	806807.00	2099373.00
OA5	806584.00	2101167.00
OA6	806575.00	2102035.00

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

Figura III. 40. 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:

$\lambda = \sum pi\ 2$

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.

Con base en el análisis de la información recabada durante los recorridos de campo en la RE, 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.

Especies faunísticas observadas en la RE.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Abundancia
MAMÍFEROS																	
Carnlllora	Canidae	Canis	Canis latrans	Coyote	No endémica	Residente	-	LC	-	1	0	1	0	1	0	1	4
Carnlllora	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 el Sistema Ambiental Regional (SAR).

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*, *Iguana iguana* y *Boa imperator*, 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 el SAR 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.

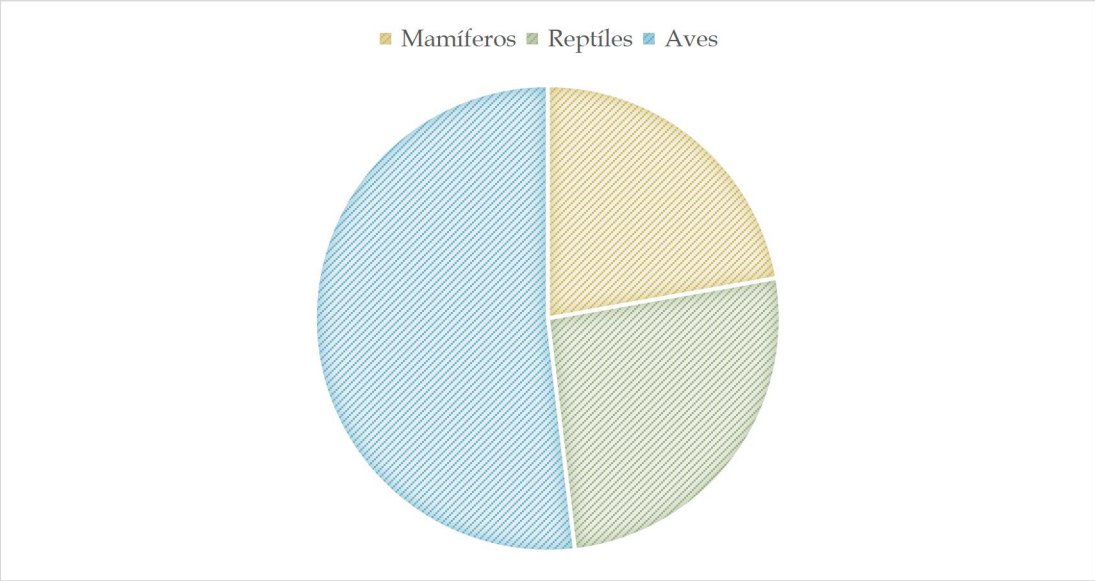
RepresentatIIIidad de los principales vertebrados terrestres, registrados durante el inventario de fauna silvestre en el SAR.

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 el eje central de senderos y caminos existentes, lo que permitió cubrir de manera sistemática las distintas unidades de vegetación y uso de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR). 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 III. 41. Distribución de transectos y coberturas en el SAR.



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 del SAR.

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 el Sistema Ambiental Regional (SAR).

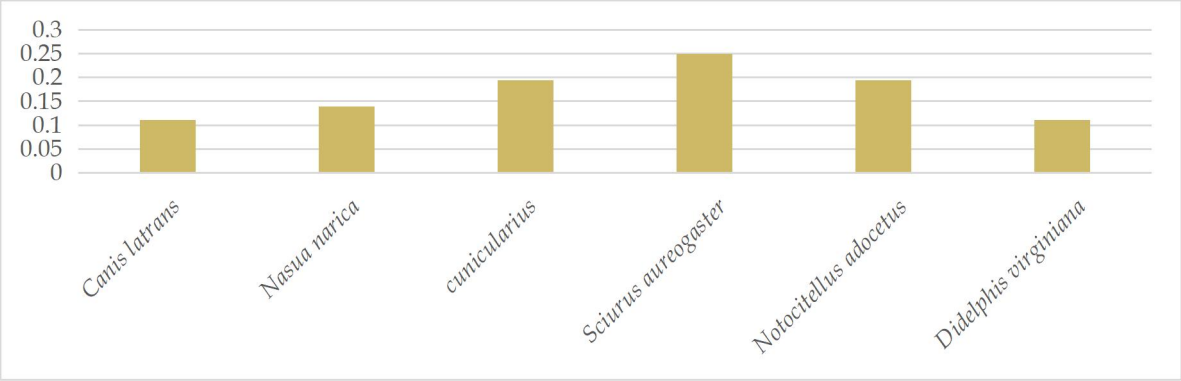
Las especies identificadas corresponden principalmente a mamíferos terrestres de talla mediana y pequeña, asociados a ambientes abiertos, vegetación secundaria y zonas con influencia antrópica.

Registros de mamíferos en el SAR.

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 objetIIIo de facilitar la interpretación de la estructura de la comunidad.

Figura III. 42. 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.

Índice de diversidad de mamíferos en el SAR.

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.

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.

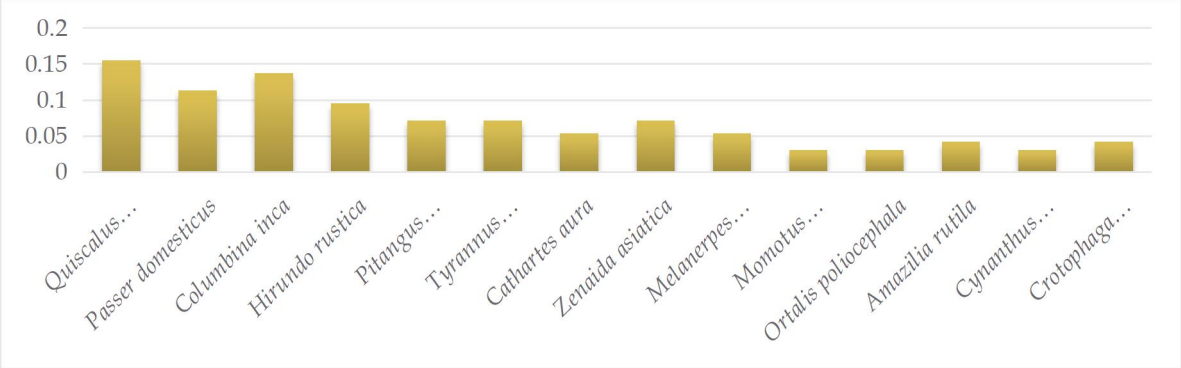
A diferencia de la mastofauna, en este grupo se observa una mayor representatividad tanto en términos de riqueza como de abundancia, lo cual es consistente con la alta detectabilidad de las aves y su capacidad de aprovechar distintos tipos de cobertura, incluyendo áreas agrícolas, bordes de vegetación y remanentes de selva baja caducifolia.

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 III. 43. 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.

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.

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.

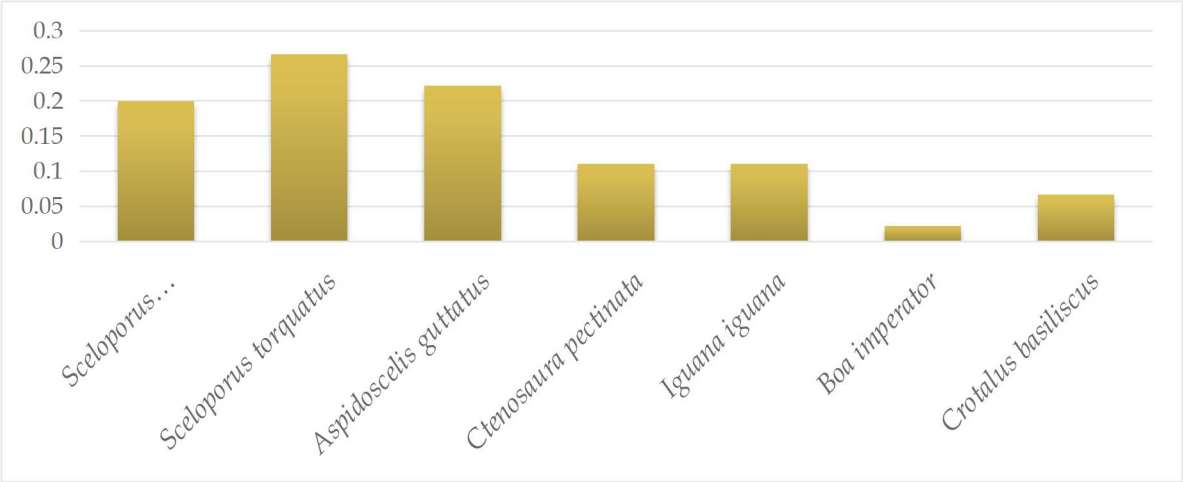
Este grupo presenta una composición típica de ambientes cálidos y estacionales, donde predominan especies de lagartijas activas y de alta detectabilidad, acompañadas por reptiles de mayor tamaño y menor frecuencia de observación.

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 III. 44. 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.

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
Iguana iguana	Iguana verde	5	0.111111111

REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Boa imperator	Boa	1	0.022222222
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.

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.

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.

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
REPTILES																

	Familia	Género	Especie	Nombre común	Endemicidad	Estacionalidad	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Abundancia
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 blancas	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
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.

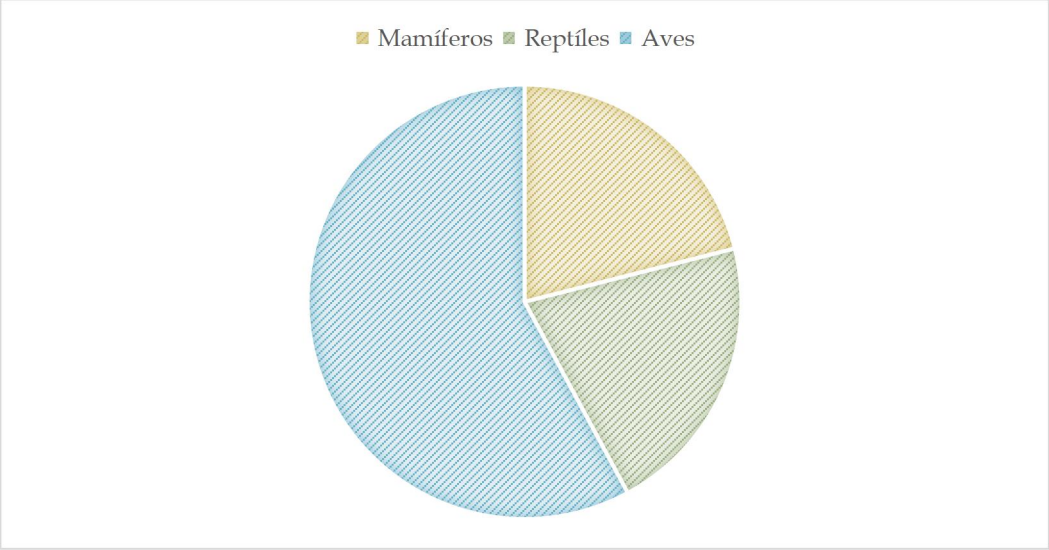
Los transectos fueron distribuidos de manera uniforme dentro de áreas agrícolas, lo cual permitió obtener una cobertura homogénea del sitio, aunque limitada en términos de heterogeneidad ambiental.

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 III. 45. Número de especies por grupo taxonómico.



Los recorridos en el AP se realizaron a lo largo de seis transectos distribuidos exclusivamente en zonas agrícolas, lo cual permitió cubrir de manera homogénea el área

de influencia directa del proyecto. Esta condición metodológica es indicativa de un muestreo enfocado en ambientes altamente 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.

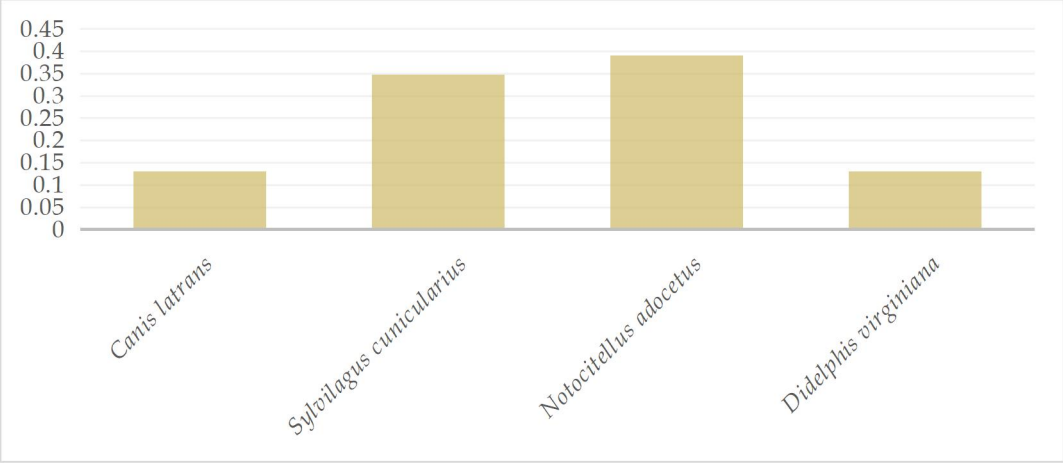
En este contexto, la fauna registrada en el AP es indicativa de una región altamente antropizado, con baja complejidad estructural y dominancia de especies generalistas, aunque con presencia puntual de especies de mayor valor ecológico que utilizan el área de manera ocasional o como zona de tránsito.

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 III. 46. 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.

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.

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

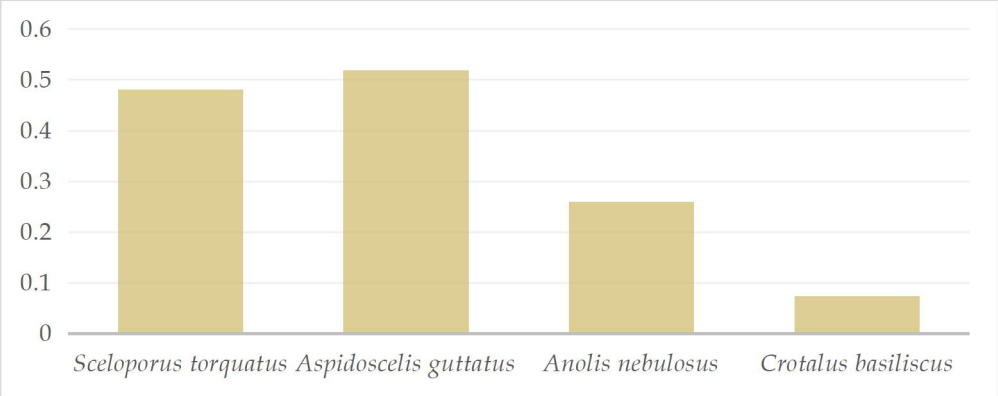
MAMÍFEROS		
Riqueza S: 4	H'max	1.386
	J'	0.913

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 III. 47. 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.

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.

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

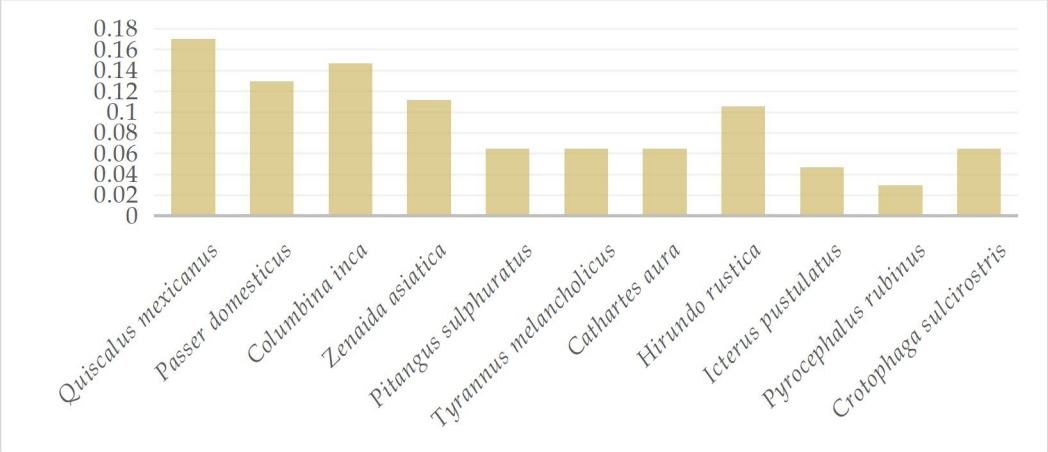
REPTILES			
Nombre científico	Nombre común	Numero de individuos	Abundancia relativa (pi)
Total		H'	1.235
Riqueza S: 4		H'max	1.386
		J'	0.891

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 III. 48. 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.

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 vIIIas, 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 el SAR 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 indIIIiduo 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 alternatIIIa 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, 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.

Valores de los estimadores en los tres grupos faunísticos (AP/SAR).

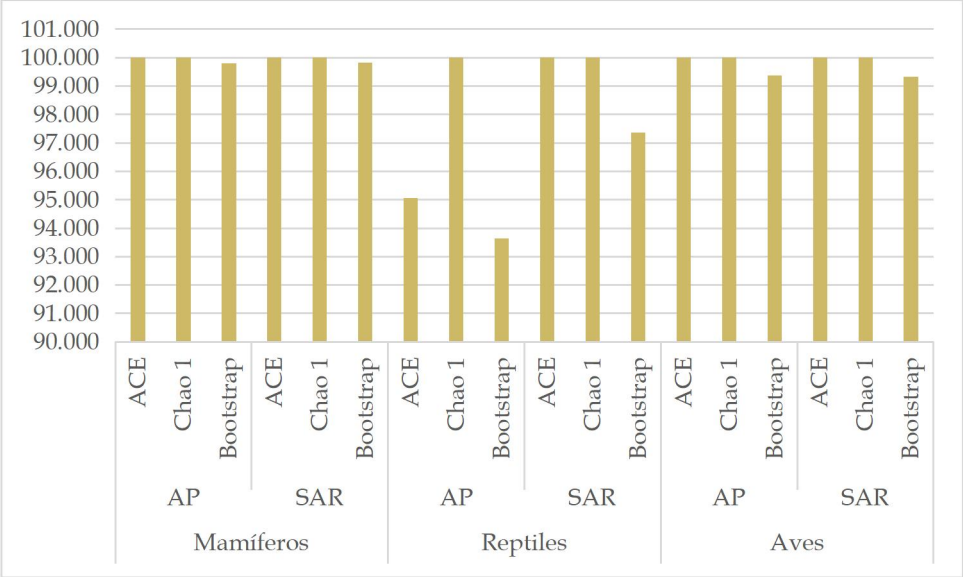
Mamíferos						Reptiles						Aves					
AP			RE			AP			RE			AP			RE		
ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap	ACE	Chao 1	Bootstrap
100.000	100.000	99.800	100.000	100.000	99.834	95.057	100.000	93.633	100.000	100.000	97.357	100.000	100.000	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 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 representatIIlidad del muestreo. En la RE, 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 auditIIIos, así como a la presencia de especies generalistas que responden favorablemente a ambientes abiertos y perturbados.

Figura III. 49. Valores de los estimadores en los tres grupos faunísticos (AP/RE).



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).

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

Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de mamíferos para la RE.

S (runs)	Mean	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
0		0	0	0

S Mean (runs)	ACE Mean	Chao 1 Mean	Bootstrap Mean
3.69	0	10.44	3.69
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, 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. 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, 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, lo que sugiere una menor heterogeneidad del sistema.

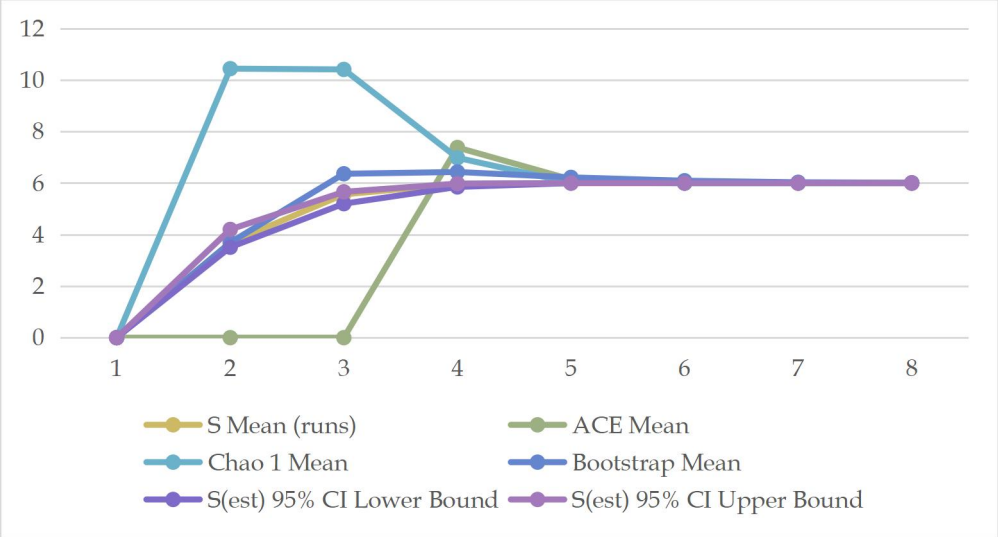
Los estimadores Chao 1 y Bootstrap presentan valores muy cercanos a la riqueza observada, convergiendo hacia 5 especies, mientras que el estimador ACE muestra una ligera sobreestimación en etapas iniciales, pero finalmente se ajusta al mismo valor. Esta convergencia entre estimadores y riqueza observada es indicativa de una adecuada representatIIIidad 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 es consistente con las condiciones del área, caracterizada por una matriz agrícola homogénea y un mayor grado

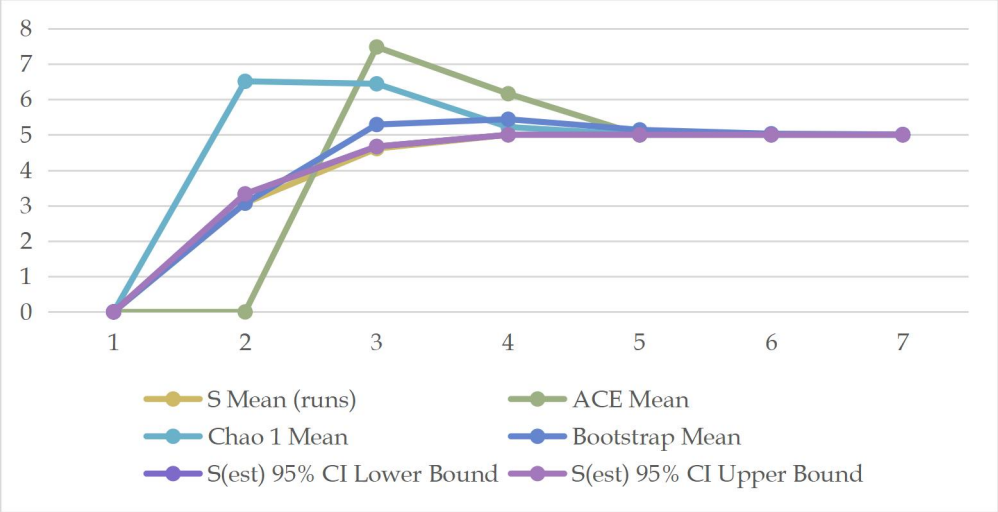
de perturbación, lo cual limita la presencia de especies con mayores requerimientos de hábitat.

Figura III. 50. Curvas de acumulación mamíferos RE y AP.

RE



AP



Las curvas de acumulación reflejan un patrón coherente entre ambas escalas de análisis. Mientras que la RE 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 representatIIIidad del ensamblaje de reptiles tanto a escala local (AP) como regional (RE).

Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de reptiles para la RE.

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 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 equIIIalentes, 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.

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

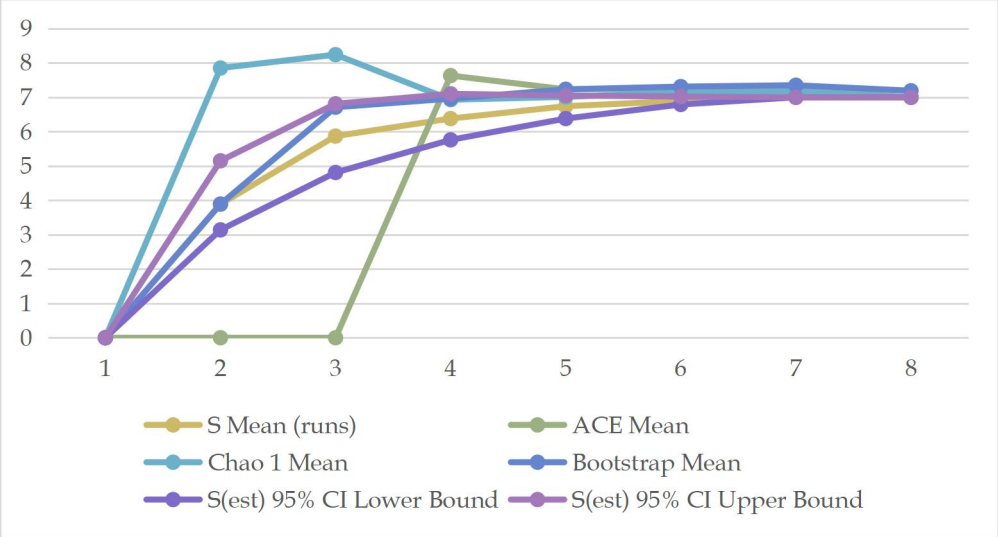
En el Área del Proyecto (AP), las curvas de acumulación presentan un comportamiento similar, aunque con una estabilización más temprana debido a la menor riqueza registrada, alcanzando 4 especies. La curva de especies observadas muestra una tendencia clara hacia la asíntota, lo cual sugiere que el esfuerzo 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 representatIIlidad del muestreo.

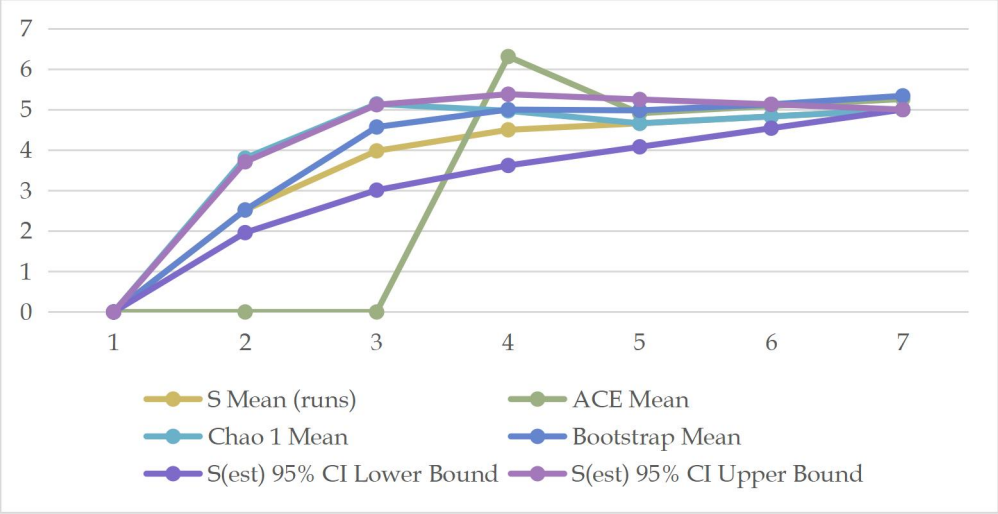
Los valores de efectividad obtenidos (95.06% para ACE, 100% para Chao 1 y 93.63% para Bootstrap) confirman que el inventario de reptiles en el AP es suficiente, a pesar de la menor heterogeneidad ambiental y del predominio de usos agrícolas que caracterizan esta área.

Figura III. 51. Curvas de acumulación reptiles RE y AP.

RE



AP



Las curvas de acumulación reflejan un patrón consistente entre ambas áreas de estudio. La RE 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 representatIIlidad del ensamblaje presente tanto en el Área del Proyecto (AP) como en la RE.

Valores arrojados por los diferentes estimadores para el grupo de aves para la RE.

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 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%).

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

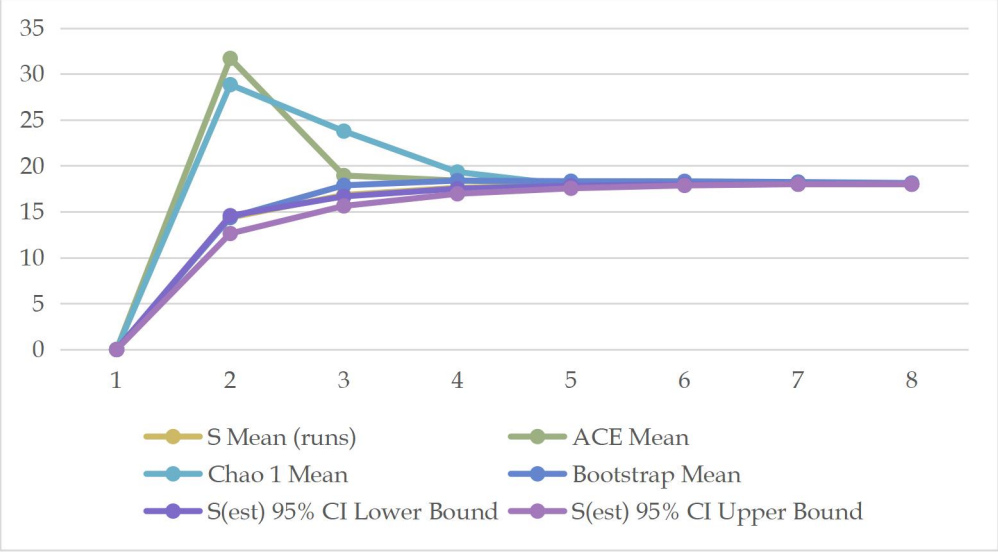
En el Área del Proyecto (AP), las curvas de acumulación presentan un comportamiento más compacto, con una convergencia más rápida entre la riqueza observada y los estimadores. La riqueza observada alcanza 11 especies y muestra una estabilización clara en los últimos puntos del muestreo.

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.

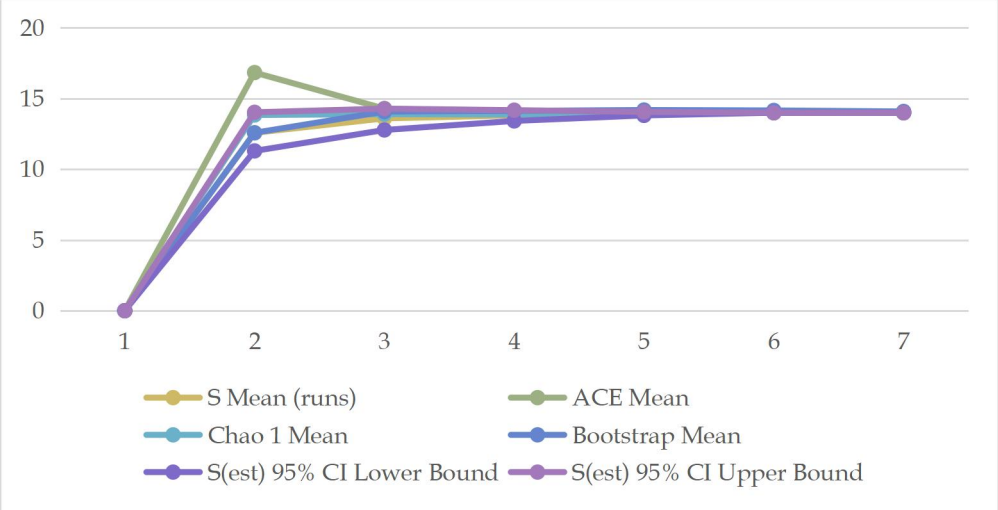
El comportamiento observado, caracterizado por la rápida convergencia y la presencia de una asíntota bien definida, es indicativo de un esfuerzo de muestreo suficiente, lo cual se confirma con los valores de efectividad obtenidos (92.41–98.25%).

Figura III. 52. Curvas de acumulación aves RE y AP.

RE



AP



Las curvas de acumulación para aves reflejan un patrón consistente con la alta detectabilidad de este grupo. Mientras que la RE 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, 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. 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 representatIIIidad 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 el SAR.

Al llevar a cabo el análisis de los datos obtenidos durante los muestreos de fauna, se realizó la comparación entre la RE 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 presenta una mayor riqueza específica en todos los grupos faunísticos evaluados, particularmente en aves (14 especies en la RE frente a 11 en el AP), seguido de reptiles (7 en la RE y 4 en el AP) y mamíferos (6 en la RE 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 el SAR 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 el SAR y H = 1.266 en el AP) y los reptiles (H = 1.762 en el SAR 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 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.

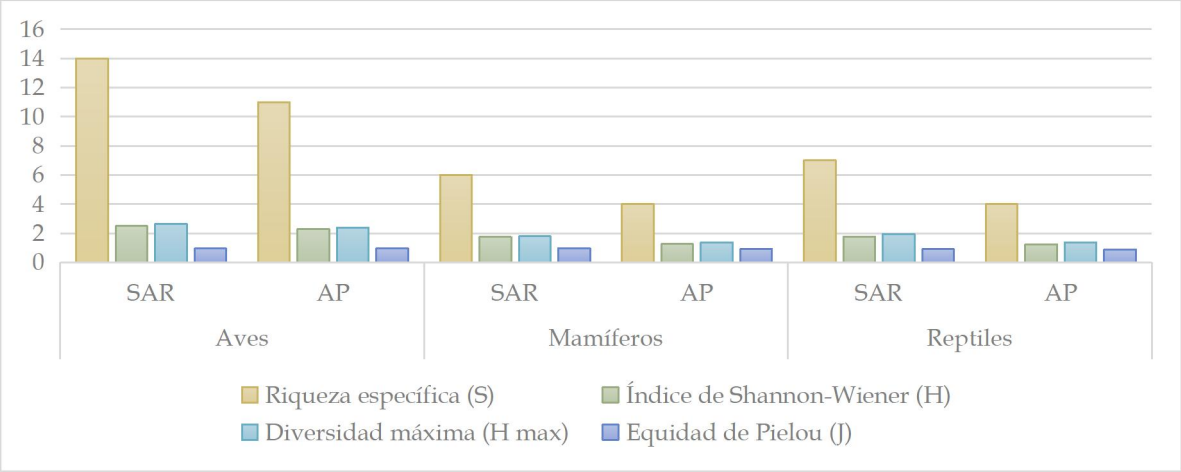
Índices de diversidad y equidad para los grupos faunísticos en la RE y el AP.

	Aves		Mamíferos		Reptiles	
	SAR	AI	SAR	AI	SAR	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, 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 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 III. 53. Comparación de los índices de diversidad y equidad entre la RE y el AP.



De manera complementaria, el comportamiento de las curvas de acumulación es congruente con estos resultados, ya que en la RE 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 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 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 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 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 representatIIlidad 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 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. 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 el SAR 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 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 conectIIlidad 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

III.2.2.3.2 Región Económica y ámbito estatal a los que pertenece el Área de Influencia del proyecto

Delimitación municipal de la RE y del Área de Influencia socioeconómica del proyecto

Conforme a las observaciones cartográficas y de campo y con base en criterios ambientales, socioeconómicos y geográficos, se determino que no existen localidades que se encuentren dentro de la RE, pero se tomará en cuenta todo el municipio de Múgica, en el estado de Michoacán, sin perder en cuenta que la ampliación de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cardenás beneficia a toda la región de tierra caliente.

III.2.2.3.3.3. Distribución y ubicación del municipio de Múgica en donde incide la RE, el proyecto y su área de influencia. Número y densidad de habitantes.

El municipio de Múgica se localiza entre los paralelos 18°49' y 19°07' de latitud norte, así como entre los meridianos 102°02' y 102°13' de longitud oeste. Presenta un rango altitudinal que va de los 200 a los 700 metros sobre el nivel del mar, lo que sugiere una variación topográfica moderada que puede influir en las condiciones climáticas, hidrológicas y de uso del suelo en la región.

En cuanto a sus colindancias, limita al norte con los municipios de Parácuaro y Gabriel Zamora; al este con los municipios de Gabriel Zamora y La Huacana; al sur con los municipios de La Huacana y Parácuaro; y al oeste nuevamente con el municipio de Parácuaro. Esta configuración territorial indica una interacción regional estrecha con dichos municipios, lo que puede ser relevante en términos de conectIIlidad, intercambio económico y gestión ambiental.

Respecto a otros datos generales, el área ocupa aproximadamente el 0.64% de la superficie total del estado. Está conformada por 67 localidades, con una población total de 44,963 habitantes, lo que refleja una distribución poblacional dispersa con predominio de asentamientos de pequeña escala. Estas características demográficas y territoriales son importantes para la planeación del desarrollo regional y la provisión de servicios.

III.2.2.3.4. Condiciones de marginación socioeconómica y pobreza en municipios y localidades la RE y Área de Influencia del proyecto

INEGI (2020) ofrece una aproximación integral a las condiciones socioeconómicas de la población del área pues incorporan indicadores de carencias en educación, servicios, vIIlienda e ingresos, entre otros. De acuerdo a la intensidad de estas carencias, el Grado de Marginación puede ser Muy Alto (MA), Alto (A), Medio (M), Bajo (B) y Muy Bajo (MB).

A continuación se muestran los indicadores para determinar el grado de marginación:

Indicadores de Marginación
% Población analfabeta de 15 años o más
% Población de 15 años o mas sin educación básica
% Ocupantes en vIIliendas sin drenaje ni excusado
% Ocupantes en vIIliendas sin energía eléctrica
% Ocupantes en vIIliendas sin agua entubada en el ámbito de la vIIlienda
% VIIliendas con hacinamiento
% Ocupantes en vIIliendas con piso de tierra
% Población que vIIe en localidades menores a 5 000 habitantes
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos

El municipio de Múgica mantiene un GM Bajo con un puntaje de 2, tal como se muestra a continuación:

Marginación Socioeconómica en el municipio de Múgica en el estado de Michoacán (2020).

Municipio	Población total	Grado de marginación
Múgica	45 732	Bajo

Fuente: INEGI. Censo de Población y VIIIienda 2020. www.inegi.org.mx (1 de junio de 2021).

III.2.2.3.5 Aspectos Sociales

III.2.2.3.5.1 Demografía. Número de habitantes. Tasa de crecimiento poblacional

A continuación se muestran los crecimientos poblacionales absolutos y relatIIIos en el municipio de Múgica**:**

Porcentaje de crecimiento de 1990 a 2000, de 2000 a 2010 y de 2010 a 202 en el municipio de Múgica:

Municipio/Estado	% de crecimiento de 1990 a 2000	% de crecimiento de 2000 a 2010	% de crecimiento de 2010 a 2020
Múgica	10.4	5.8	1.7
Estado de Michoacán	**0.2**	**9.2**	**9.1**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de los censos de población 1990, 2000, 2010 y 2020, INEGI.

De acuerdo a los datos anteriores, en el municipio de Múgica entre 1990 y 2000 presentó un crecimiento poblacional aproximado de +10.4%, lo que refleja una etapa de expansión moderada, asociada principalmente al crecimiento natural de la población. Para el periodo 2000–2010, el incremento fue de alrededor de +5.8%, evidenciando una desaceleración en comparación con la década anterior, en concordancia con la tendencia observada a nivel estatal y nacional. Finalmente, entre 2010 y 2020, el crecimiento fue de

aproximadamente +1.7%, lo que indica un estancamiento relatIIIo de la población, consistente con registros oficiales que señalan un bajo dinamismo demográfico en el municipio durante este último periodo.

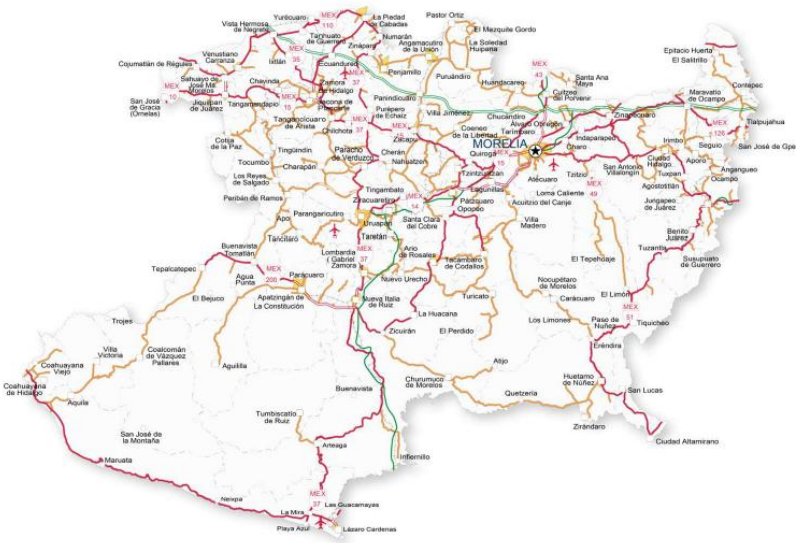
Con la puesta en marcha del proyecto carretero se estima un crecimiento demográfico relativamente mayor por la migración generada con la creación temporal de empleos en la zona e, igualmente, por una mejor intercomunicación regional.

III.2.2.3.5.2 Vías y medios de comunicación existentes.

El municipio de Múgica se encuentra comunicado a través de la autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas, la carretera 120 que va de Cuatro Caminos a Apatzingán de la Constitución, y la carretera 37 que va de Nueva Italia a Uruapan, así como de la carretera 37D que va de Cuatro Caminos a Zirahuén y Pátzcuaro.

Es importante mencioanr que las carreteras antes mencionadas sólo un carril de ida y otro de regreso, lo que las hace peligrosas.

Figura III. 54. Carreteras en el municipio de Múgica


MORELIA
Yurécuaro
Vista Hermosa de Negrete
Venustiano Carranza
Cojumatlán de Régules
San José de Gracias (Ornelas)
Jiquilpan de Juárez
Cotija de la Paz
Tocumbo
Los Reyes de Salgado
Peribán de Ramos
Tancítaro
Buenavista Tomatlán
Tepalcatepec
Parácuaro
El Bejuco
Apatzingán de la Constitución
Trojes
Villa Victoria
Coalcomán de Vázquez Pallares
Coahuayana Viejo
Coahuayana de Hidalgo
Aquila
Aguililla
San José de la Montaña
Manuata
Nexpa
La Mira
Playa Azul
Lázaro Cárdenas
Las Guacamayas
Tumbiscatío de Ruiz
Arteaga
Buenavista
Infiernillo
Churumuco de Morelos
Huetamo de Núñez
Quetzeria
San Lucas
Zirándaro
Ciudad Altamirano
Atijo
Nuevo Urecho
Nueva Italia de Ruiz
Turicato
La Huacana
Zicuirán
El Perdido
Los Limones
Carácuaro
El Limón
Paso de Núñez
Tiquicheo
Nocupétaro de Morelos
El Tepehuaje
Tuzantla
Susupuato de Guerrero
Benito Juárez
Jungapeo de Juárez
Agostitlán
Tuxpan
Ocampo
Angangueo
Senguio
Irimbo
Indaparapeo
Charo
Tzitzio
Aeúcuaro
Lagunillas
Loma Caliente
Acuitzio del Canje
Pátzcuaro
Opopeo
Villa Madero
Tarímbaro de Codallos
Ario de Rosales
Lombardía
Gabriel Zamora
Uruapan
Santa Clara del Cobre
Tarétan
Zinapécuaro
Tarímoro
Coeneo de la Libertad
Álvaro Obregón
Chucándiro
Villa Jiménez
Puruándiro
Penjamillo
Huandacareo
Cuitzeo del Porvenir
Santa Ana Maya
Epitacio Huerta
El Salitrillo
Maravatío de Ocampo
Contepec
Tlalpujahua
San José de Gpe
Angamacutiro de la Unión
La Soledad Huripenia
El Mezquite Gordo
Pastor Ortiz
La Piedad de Cabadas
Numarán
Zináparo
Ecuandureo
Jacona de Plancarte
Zamora de Hidalgo
Chavinda
Tangancícuaro de Arista
Chilchota
Purépero de Echeiz
Paracho de Verduzco
Cherán
Nahuatzen
Charapán
Tingambato
Zitácuaro
Tingüindín
Cuiroga
Zinapécuaro
Irimbo
Indaparapeo
Charo
Tzitzio
Aeúcuaro
Tuxpan
Agostitlán
Jungapeo de Juárez
Benito Juárez
Tuzantla
Susupuato de Guerrero
Epitacio Huerta
El Salitrillo
Maravatío de Ocampo
Contepec
Tlalpujahua
San José de Gpe
Angangueo
Ocampo
Senguio
Irimbo
Charo
Tzitzio
Aeúcuaro
Lagunillas
Loma Caliente
Acuitzio del Canje
Pátzcuaro
Opopeo
Villa Madero
Tarímbaro de Codallos
Ario de Rosales
Lombardía
Gabriel Zamora
Uruapan
Santa Clara del Cobre
Tarétan
Zinapécuaro
Tarímoro
Coeneo de la Libertad
Álvaro Obregón
Chucándiro
Villa Jiménez
Puruándiro
Penjamillo
Huandacareo
Cuitzeo del Porvenir
Santa Ana Maya
Epitacio Huerta
El Salitrillo
Maravatío de Ocampo
Contepec
Tlalpujahua
San José de Gpe
Angangueo
Ocampo
Senguio
Irimbo
Indaparape

III.2.2.3.5.3 Presencia de grupos étnicos en el municipio de Múgica.

De acuerdo con información censal del INEGI, la proporción de población considerada indígena (medida principalmente a partir de hablantes de lengua indígena) en el municipio de Múgica ha sido históricamente muy baja, por lo que sus variaciones entre décadas son poco significativas en términos porcentuales.

Entre 1990 y 2000, la población indígena representaba aproximadamente menos del 1% del total municipal, mostrando un incremento muy ligero asociado al crecimiento natural, aunque sin cambios estructurales relevantes. Para el periodo 2000–2010, el porcentaje se mantuvo prácticamente estable (alrededor de 0.5% a 0.8%), reflejando una continuidad en la baja presencia de grupos étnicos en el municipio, en contraste con regiones indígenas más consolidadas del estado. Finalmente, entre 2010 y 2020, la proporción se mantuvo igualmente reducida (cercana o menor al 1%), evidenciando un comportamiento de estancamiento, sin un crecimiento significatIIIo de población indígena.

III.2.2.3.5.4 Monumentos históricos

El municipio cuenta con diversos elementos de valor histórico y simbólico que reflejan su identidad y memoria colectIIIa. Entre ellos destaca el Monumento a Emiliano Zapata, ubicado en la localidad de Cuatro Caminos, el cual rinde homenaje a uno de los principales líderes de la Revolución Mexicana. Asimismo, se encuentran los bustos del Lázaro Cárdenas, localizado en la Escuela Primaria que lleva su nombre, y del Francisco J. Múgica, situado en la Pérgola de la cabecera municipal. Estos monumentos representan figuras clave en la historia nacional y regional, y constituyen espacios de referencia cultural y cívica para la población.

V.2.2.3.6 Aspectos económicos en el Área de Influencia del proyecto

III.2.2.3.6.1 Principales actividades productivas.

De acuerdo con la Carpeta Municipal de Múgica (2020), la población económicamente activa (PEA) asciende a un total de 21,799 personas, lo que refleja el conjunto de habitantes que participan en el mercado laboral, ya sea trabajando o en búsqueda de empleo. De este total, 13,525 corresponden a hombres y 8,274 a mujeres, lo que evidencia una mayor participación masculina en las actividades económicas, aunque la presencia femenina representa una proporción significativa dentro de la fuerza laboral.

Por otro lado, la población económicamente inactiva suma 12,163 personas, es decir, aquellos individuos que no participan en actividades económicas, como estudiantes, personas dedicadas al hogar, jubilados, entre otros. Dentro de este grupo, 9,157 son mujeres y 3,006 son hombres, lo que muestra una mayor concentración de mujeres fuera del mercado laboral, situación que puede estar asociada a roles tradicionales o condiciones sociales específicas.

En cuanto a la condición de ocupación, la mayor parte de la PEA se encuentra empleada, con un total de 21,597 personas ocupadas, lo que indica un nivel alto de inserción laboral. En contraste, únicamente 202 personas se encuentran desocupadas, es decir, en búsqueda activa de empleo. Estos datos reflejan una baja tasa de desocupación en la población, lo que sugiere condiciones favorables en términos de acceso al trabajo dentro del área analizada.

La estructura de la población ocupada por sector de actividad económica muestra una clara predominancia del sector primario, el cual concentra el 35.58% de la población. Este comportamiento indica que una parte importante de la economía se sustenta en actividades como la agricultura y ganadería principalmente, lo que sugiere un fuerte vínculo con el aprovechamiento de los recursos naturales.

En segundo lugar, se encuentra el sector servicios, con una participación del 33.95%, lo que refleja una creciente relevancia de actividades como el comercio especializado, transporte, educación, salud y otros servicios profesionales. Este porcentaje evidencia una diversificación económica, donde las actividades terciarias comienzan a desempeñar un papel clave en la generación de empleo.

Por su parte, el sector secundario agrupa el 19.10% de la población ocupada, incluyendo actividades industriales, de manufactura y construcción. Aunque su participación es menor en comparación con los sectores primario y de servicios, sigue representando un componente importante en la transformación de materias primas y generación de valor agregado.

Finalmente, el sector comercio concentra el 8.81% de la población ocupada, posicionándose como el sector con menor participación relativa. No obstante, su presencia es fundamental para la distribución de bienes y el dinamismo de la economía local, al facilitar el intercambio de productos entre productores y consumidores.

Con base en lo anterior, a continuación se muestra la situación de la producción agrícola y los principales cultivos durante 2015 en el municipio de Múgica.

•Producción Agrícola

	Cultivo	Sup. Cosechada	Producción	Valor Producción	Valor Producción/Sup. Cosechada
		(Ha)	(Ton)	(Pesos)	
1	Zapote	13	52	265,701	20,439
2	Guayaba	7	67	311,845	44,549
3	Tomate verde	24	182	1,160,640	48,360
4	Lima	50	230	902,924	18,058
5	Naranja	74	912	1,867,249	25,233
6	Chile verde	76	1289	9,039,401	118,939
7	Camote	60	1881	7,051,020	117,517
8	Plátano	76	2153	3,962,701	52,141
9	Sorgo grano	490	2292	7,205,036	14,704
10	Pastos y praderas en verde	85	2413	538,277	6,333
11	Papaya	89	2847	8,676,112	97,484
12	Maíz grano	839	3545	11,989,871	14,291
13	Pepino	461	7971	19,521,495	42,346
14	Tomate rojo (jitomate)	465	11212	55,845,667	120,098
15	Sorgo forrajero en verde	365	15332	4,188,766	11,476
16	**Mango**	**3253**	**18891**	**93,845,667**	**28,846**
17	Toronja (pomelo)	1573	21967	48,841,601	31,050
18	**Limón**	**3156**	**50375**	**187,469,141**	**59,401**

	Cultivo	Sup. Cosechada	Producción	Valor Producción	Valor Producción/Sup. Cosechada
		(Ha)	(Ton)	(Pesos)	
19	Jamaica	3	3	118,650	39,550
20	Nanche	3	9	57,232	19,077
21	Moringa	12	12	81,600	6,800
22	Ajonjolí	30	24	391,200	13,040
23	Cacahuate	9	31	324,450	36,050
24	Arroz palay	5	43	150,500	30,100
TOTAL		**11,205**	**143,681**	**463,541,045**	**995,443**

Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción agrícola por cultivo, 2016.

Como se muestra en la tabla anterior, la importancia del mango y el limón, en conjunto, representan el 60% de valor de la producción.

III.2.2.3.6.2 Rango de ingresos

La distribución de la población ocupada según nivel de ingresos refleja que el 22.90% percibe hasta un salario mínimo, mientras que el 21.89% se ubica en el rango de uno a dos salarios mínimos, evidenciando que una proporción importante de la población obtiene ingresos bajos o moderados. Por su parte, el 34.00% de los trabajadores percibe más de dos salarios mínimos, lo que indica la presencia de un segmento con mayores niveles de ingreso dentro de la estructura laboral.

III.2.2.3.1 Paisaje

Evolución del paisaje

La caracterización del paisaje se entiende como la descripción, clasificación y delimitación cartográfica de las unidades de paisaje de un territorio determinado y de los recursos paisajísticos que le singularizan.

En otro enfoque se considera al paisaje visual como expresión de los valores estéticos, plásticos y emocionales del medio natural. En este contexto, el paisaje es importante como expresión espacial y visual (Conesa, 1997).

En este estudio se requiere la interpretación del paisaje de forma integral de tal forma que permita reconocer su calidad paisajística, fragilidad y capacidad de absorción de absorción visual, que pueda ser reconocible en campo al integrar el proyecto a estos escenarios.

Los incisos anteriores han permitido reconocer al escenario actual en sus características biofísicas que determinan el paisaje, así como su aprovechamiento (socioeconómico) que se desarrolla, para entender este aspecto de forma integral se hace una breve recapitulación histórica que ha promovido la situación actual y su importancia para el proyecto.

Para lo cual hay que entender como ha sido su evolución en los últimos años y su tendencia, para comprender el espacio alterado como parte de la dinámica propia del paisaje y la conservación y renovación de los elementos que le definen en su estructura y función.

Históricamente el área donde se inserta el proyecto ha sido un importante corredor, tanto para la agricultura de temporal y riego, así como para el turismo e industria de la región.

Desde los años 50s la principal fuente de ingresos para la región fue el cultivo, entre ellos el de: zapote, guayaba, tomate verde, lima, naranja, chile verde, camote, plátano, sorgo grano, pastos y praderas en verde, papaya, maíz grano, pepino, tomate rojo (jitomate), sorgo forrajero en verde, mango, toronja (pomelo), limón, jamaica, nanche, moringa, ajonjolí, cacahuate y arroz palay. Por lo que la vegetación natural ha sido modificada históricamente.

A partir de todo lo anterior este esquema se plantea el análisis de paisaje el cual se describe a continuación.

Análisis de paisaje (metodología)

Es importante aclarar que en la actualidad desde un punto de vista ecológico el SAR corresponde a un ecosistema altamente transformado, por lo que ha perdido parte de su importancia ambiental original, y transformado por técnicas agrícolas de cultivo principalmente.

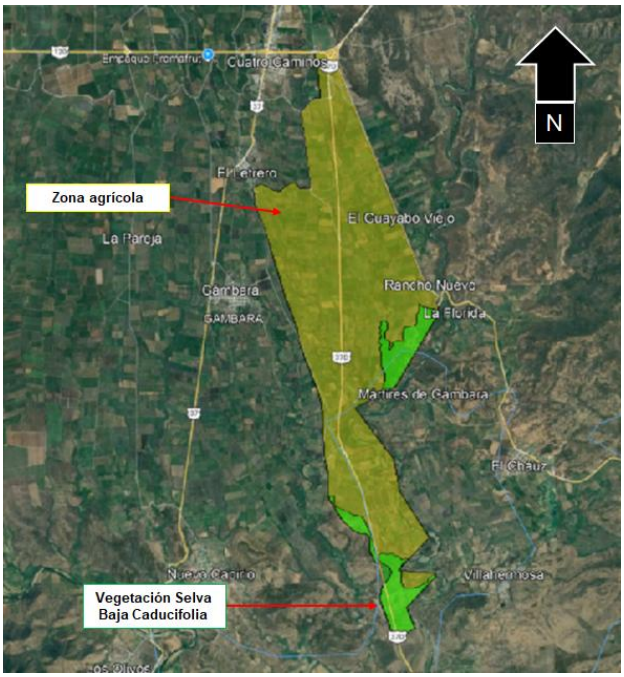
Para evaluar el paisaje del área de proyecto se utilizó un método mixto, valorándose los recursos visuales, la calidad y la fragilidad visuales del paisaje de las unidades de paisaje.

El primer paso es determinar las unidades de paisaje que caracterizan el sitio con homogeneidad de los elementos ambientales que conforman el sitio, a escala regional dentro de la RE.

Para valorar el paisaje se ha identificado las siguientes unidades paisajísticas:

1. **Zona Agricola.**
2. **Vegetación de Selva Baja Caducifolia**.

Figura III. 55. Unidades de Paisaje Regional.



Calidad visual

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee cierto paisaje. Se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el terreno.

En este caso se aplicará el modelo Rojas y Kong (1988) que se ha modificado a las características del sitio.

En la siguiente tabla se presentan los criterios utilizados para evaluar la calidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1988), y posteriormente se presenta el modelo modificado y valorizado de acuerdo al paisaje del área de proyecto.

Criterios para evaluar la calidad visual.

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies natIIIas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo. Inferior al 50%. Presencia de áreas con erosión evidente y sin vegetación. Dominación de vegetación herbácea, ausencia de vegetación.
Fisiografía	Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0% y 15% dominancia del plano horizontal, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
Fauna	Presencia de fauna natIIIa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.	Presencia de fauna natIIIa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencias de presencia de fauna natIIIa. Sobrepastoreo o crianza masIIIa de animales domésticos.

Elemento valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja
Cuerpos de agua	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificadas en menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Variabilidad Cromática	Combinaciones de colores intensos y variados contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto

En la siguiente tabla se determina un peso de importancia el cual califica la calidad visual para cada unidad ambiental identificada.

Modelo de Rojas y Kong (1988) modificado y valorizado utilizando para la evaluación de la calidad visual.

Factor	Características	Peso	Total de unidad de peso
Vegetación (densidad)	Sin vegetación, o pastizales	1	
	Baja (masa de vegetación rara o espacialmente discontinua)	2	

Factor	Características	Peso	Total de unidad de peso
	Alta (masa de vegetación densas)	3	
Vegetación (diversidad)	Alta	3	
	Media	2	
	Baja	1	
Fisiografía (pendiente)	Plano	1	
	Medio	2	
	Abrupto	3	
Singularidad	Paisaje singular notable	3	
	Paisaje de importancia visual pero habitual	2	
	Paisaje común	1	
Fondo escénico	Alta	3	
	Media	2	
	Baja	1	
Fauna	Alta	3	
	Media	2	
	Baja	1	
Cuerpos de agua	Presencia con alta importancia	3	
	Presencia sin jerarquía visual	2	
	Ausencia de cuerpos de agua.	1	
Acción antrópica	Baja	1	
	Media	2	
	Alta	3	
Variabilidad cromática	Baja	1	

Factor	Características	Peso	Total de unidad de peso
	Media	2	
	Alta	3	
Síntesis de Calidad Visual	Alta	> 18.1	
	Media	9.1 - 18	
	Baja	< 9	

Fragilidad visual

En este caso corresponde al grado de deterioro que le paisaje muestra ante la ocurrencia de ciertas acciones, es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de uso y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual no lo es pues dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar. Por otro lado, también nos permite visualizar su capacidad de absorción visual.

Para evaluar la fragilidad visual del paisaje se propone un método que considera tres grupos de variables:

Factores bióticos y abióticos, derivados de los elementos característicos de cada punto. Forman parte de este grupo la pendiente, orientación y vegetación, considerada en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estas variables origina un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.

Factores de visualización, incluyen los parámetros de cuenca visual o superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Al integrar estas variables se agregan a un único valor que determina la fragilidad visual del entorno del punto.

Factores histórico – culturales, intentan explicar el carácter y las formas de cierto paisaje en función del proceso histórico que los ha forjado, y sin determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.

En la siguiente tabla se presentan los criterios utilizados para evaluar la fragilidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998) y posteriormente se presenta el modelo modificado y valorizado de acuerdo al paisaje del área del proyecto.

Criterios para evaluar la fragilidad visual de una unidad de paisaje.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad visual alta	Fragilidad visual media	Fragilidad visual baja
Biofísicos	Vegetación. (densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbáceo.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrato arbustIIIo o arbóreo aislado.	Grandes masas de vegetación 100% de ocupación del suelo.
	Vegetación (altura)	Vegetación arbustIIIa o herbácea, no sobrepasa los 2 metros.	No hay gran altura de las masas (de 2 -10 metros) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros.
	Vegetación (contraste)	Cultivos monoespecíficos, escasez de vegetacion, contrastes poco evidentes	Diversidad de especies media con contrastes pero no sobresalientes	Alto grado en variedad de especies, o contrastes fuertes y gran estacionalidad.
	Pendiente.	Pendiente de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
Singularidad	Unicidad del paisaje.	Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintIIIos.	Paisaje de importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común sin riqueza visual o muy alterado.
Visualización (desde puntos de observación)	Tamaño de la cuenca visual.	Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 300 metros. Dominio de los	Visión media 300 a 1000 metros. Dominio de los planos medios de	Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 1000 metros.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad visual alta	Fragilidad visual media	Fragilidad visual baja
		primeros planos.	visualización.	
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas generalmente redondeadas.
	Compactibilidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos obstruyendo los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas sombras o de menor incidencia visual.
Accesibilidad	Visual.	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves.

En la siguiente tabla se determina un peso de importancia el cual califica la fragilidad visual.

Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y valorizado utilizando para la evaluación de la fragilidad visual.

Factor	Características	Valor	Peso	Total de unidades de peso
Vegetación (densidad)	Vegetación aislada y/o herbácea.	Alta	3	
	Vegetación discontinua arbustIIlo y/o arbóreo	Media	2	
	Grandes masas de vegetación	Baja	1	
Vegetación	Vegetación arbustIIIa o herbácea no pasa de 2	Alta	3	

(altura)	metros.		
	Baja diversidad de estratos no pasa los 10 metros.	Media	2
	Gran diversidad de estratos. Alturas más de 10 metros.	Baja	1
Vegetación (contraste)	Cultivo monoespecifico, poca diversidad , vegetación escasa o poco evidente	Alta	3
	diversidad media con contraste, no sobresaliente	Media	2
	Alto grado de variedad de sp. Estacionalidad	Baja	1
Pendiente	Entre 0 a15% terreno plano.	Baja	1
	Entre un 15% y un 30% Terreno suave y ondulado	Media	2
	Más de un 30%	Alta	3
Singularidad	Paisaje singular notable	Alta	3
	Paisaje de importancia visual pero habitual	Media	2
	Paisaje común	Baja	1
Tamaño de la cuenca visual	Visión entre 0-300 m	Alta	3
	Visión entre 300-1000 m	Media	2
	Mayor a 1000 m	Baja	1
Forma de la cuenca visual	Unidireccional (cuenca visual alargada)	Alto	3
	cuencas irregulares	Medio	2

	(alargadas - redondeadas)		
	Cuencas regulares extensas (redondeadas)	Bajo	1
Compactibilidad visual	Vistas panoramicas Abiertas		
	Zonas abiertas con presencia de obstaculos en menor proporcion		
	Vistas Cerradas u obstaculizadas		
Accesibilidad visual	Distancia a red vial y población 0 -200 m	Alta	3
	Distancia a red vial y población 200 – 800 m	Media	2
	Distancia a red vial y población 800 – 2600 m	Baja	1
Síntesis Fragilidad Visual		**Alta**	**> 18**
		Media	**9.1 - 18**
		Baja	**< 9**

Para calificar su capacidad de absorción visual se debe considerar la siguiente relación con la clase de fragilidad visual resultante:

Fragilidad visual ALTA: Baja capacidad de absorción visual

Fragilidad visual MEDIA: Media capacidad de absorción visual

Fragilidad visual BAJA: Alta capacidad de absorción visual

A continuación, se presenta las de resultado de la valorización del paisaje del sitio de proyecto, como resultado de cada una de las evaluaciones de paisaje a cada unidad paisajística determinadas en el área de estudio.

Podemos observar que la calidad visual más alta se presenta para el área de vegetación natural, mismas que son circundantes al proyecto, pero que no serán afectadas, ya que la

ampliación será dentro del derecho de vía de la autopista. El resto de la RE se encuentra con una calidad media.

Tabla de valoración del paisaje en relación a su calidad visual.

Valor	Características	valor	Zona agrícola	Selva Baja Caducifolia
UNIDAD			**1**	**2**
Vegetación (densidad)	Sin Vegetación , o con pastizales	1	1	3
	Baja , masa de vegetación rala o espacialmente discontinua	2		
	Alta, mas de vegetación densa o continua	3		
Vegetación (altura)	Alta	3	1	1
	Media	2		
	Baja	1		
Fisiografía (pendiente)	Plano	1	1	3
	Medio	2		
	Abrupto	3		
Singularidad	Paisaje singular notable	3	1	3
	Paisaje de importancia visual pero habitual	2		
	Paisaje Común	1		
Fondo Escénico	Alto	3	1	2
	Medio	2		
	Bajo	1		
Fauna	Alta	3	1	2

Valor	Características	valor	Zona agrícola	Selva Baja Caducifolia
	Media	2		
	Baja	1		
Cuerpo de agua	Presencia con alta importancia	3	2	2
	Presencia sin jerarquía visual	2		
	Ausencia de cuerpos de agua	1		
Acción antrópica	Baja	1	3	2
	Media	2		
	Alta	3		
Variabilidad cromática	Baja	1	1	2
	Media	2		
	Alta	3		
Total de Unidades de peso				
Sintesis de calidad Visual	Atla	**>18.1**		20
	Media	**9.1 - 18**	12	
	Baja	**<9**		

Los resultados de la fragilidad visual y capacidad de absorción visual se muestran en la tabla más abajo.

En el caso de la fragilidad, todas las zonas presentan menor fragilidad visual, teniendo capacidad de absorción visual media, esto se puede entender por el nivel de transformación de la zona, que si bien esta rodeado de áreas agrícolas y vegetació

natural, se absorberá más fácilmente al proyecto, y más que es una ampliación de la actual autopista, siendo pocos los cambios que se realizan al paisaje actual.

Valoración del paisaje en relación a su fragilidad visual y capacidad de absorción visual.

id	Valor	Características	valor	Localidades y agricultura	Vegetación Selva Baja Caducifolia
UNIDAD				**1**	**2**
1	Vegetación (densidad)	Vegetación asilada y/o herbácea	1	1	2
2		Vegetación en masas discontinuas	2		
3		Grandes masas de vegetación presentan continuidad	3		
4	Vegetación (altura)	Vegetación menos a 2m de altura. ArbustIIIa o herbácea	3	3	1
5		Baja diversidad de estratos, alturas no pasan de 10 m	2		
6		Gran Diversidad de estratos , alturas de más de 10 m.	1		
7	Vegetación (Contraste)	Cultivo monoespecifico, poca diversidad , vegetación escasa o poco evidente	3	3	2
8		diversidad media con contraste, no sobresaliente	2		

id	Valor	Características	valor	Localidades y agricultura	Vegetación Selva Baja Caducifolia
9		Alto grado de variedad de sp. Estacionalidad	1		
10	Pendiente	terreno entre 0 - 15 %, terreno plano	1	1	2
11		Entre 15 % - 30%, terreno suave y ondulado	2		
12		Más de 30%	3		
16	Singularidad	Paisaje singular notable	3	1	2
17		Paisaje de importancia visual pero habitual	2		
18		Paisaje Común	1		
19	Tamaño de la cuenca Visual	visión entre 0-300 m	3	1	2
20		visión entre 300-1000 m	2		
21		visión mayor de 1000 m	1		
22	Forma de la cuenca visual	Unidireccional (cuenca visual alargada)	3	3	2
23		cuencas irregulares (alargadas - redondeadas)	2		
24		Cuencas regulares extensas (redondeadas)	1		

id	Valor	Características	valor	Localidades y agricultura	Vegetación Selva Baja Caducifolia
25	Compactibilidad visual	Vistas panorámicas Abiertas	3	3	3
26		Zonas abiertas con presencia de obstáculos en menor proporción	2		
27		Vistas Cerradas u obstaculizadas	1		
29	Accesibilidad	visible a distancia y sin restricciones	3	3	2
30		visibilidad media , ocasional	2		
31		baja accesibilidad visual, vistas escasas o breves	1		
	Total de Unidades de peso			19	
	Síntesis de la Fragilidad Visual	Atla	**> 18**	19	18
		Media	**9.1 - 18**		
		Baja	**< 9**		
	Capacidad de absorción visual	**BAJA (B)**	F- alta	B	B
		MEDIA (M)	F-media		
		ALTA (A)	F- baja		

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 Nueva Italia, ha favorecido la expansión de actividades agrícolas y logísticas, debido a la accesibilidad que proporciona. Este tipo de infraestructura tiende a consolidar corredores productIIIos 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 Nueva Italia, 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 (vertisol y calcisol), 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 (paraderos, almacenamiento, servicios), 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 la presa Infiernillo.

En cuanto al paisaje, la autopista constituye un elemento dominante, particularmente en el tramo cercano a Nueva Italia, 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.

A continuación se muestra la síntesis del diagnostico del escenario ambiental.

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.
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. Fragmentación de hábitat.	Degradación de zonas de vegetación natural y fragmentación del hábitat.
Fauna silvestre Especies neotropicales y neárticas con presencia en NOM-059-SEMARNAT-2010.	Ahuyentamiento de fauna y destrucción de hábitats.	Pérdida de fauna local en zonas de uso antrópico.

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 río San Jerónimo.	Contaminación por descargas domésticas y agrícolas.	Continua contaminación de corrientes hacia el río San Jerónimo.
Geología Material volcanoclástico, arenisca conglomerada, brecha sedimentaria. Rocas metamórficas y metasedimentarias.	Emisiones de gases de combustión y ruido emitido por los automotores sobre la actual carretera Tenango-Ixtapan.	Debido a los bancos de material presentes en la zona, se espera que la demanda se mantenga.
Topografía Cañadas y barrancas. Zona montañosa. 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 Villa Guerrero e Ixtapan de la Sal 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

Unidades: localidades y agricultura, barrancas, zona montañosa, zona urbana.	turísticas generan presión sobre recursos naturales y pérdida de calidad estética del paisaje.	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 94

IV.10.3. Monto 94

IV.10.4. Texto propuesto 95

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="3">Componente ambiental impactado</td><td colspan="2">Impacto ambiental</td><td>Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Actividades agrícolas</td><td colspan="3">Suelo, agua y vegetación</td><td colspan="2">a) Contaminación del suelo y agua.
b) Eliminación del tipo de vegetación presente en la RE.</td><td>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.
La delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto se realizó con base en criterios técnicos, ecológicos y espaciales, orientados a identificar el alcance potencial de los impactos ambientales derivados de la ampliación de la autopista, considerando tanto los efectos directos como indirectos. Dadas las características del proyecto, de naturaleza lineal, y la configuración del entorno, dominado por lomeríos, planicies aluviales y redes de drenaje superficial, los impactos ambientales se manifiestan de manera continua a lo largo del eje del trazo y en forma de gradientes espaciales, más que en unidades discretas claramente delimitadas. En este contexto, se definió una franja de influencia a ambos lados del eje del proyecto, dentro de la cual es previsible la manifestación de impactos tales como la remoción de cobertura vegetal, la modificación del relieve, la alteración de escurrimientos superficiales, la emisión de partículas y ruido, así como la fragmentación del hábitat. Esta franja se estableció de manera general en 100 metros a cada lado del eje, siendo ajustada de forma puntual en función de la presencia de elementos ambientales relevantes, como cauces naturales, zonas de escurrimiento preferencial, pendientes y unidades de paisaje específicas. En sectores con presencia de elementos sensibles, tales como cuerpos de agua o áreas con mayor cobertura vegetal, la delimitación del AI se amplió de manera localizada, con el fin de representar de forma más precisa la extensión real de los efectos potenciales del proyecto. En congruencia con la naturaleza del proyecto y con la distribución espacial de los impactos, no se estableció una delimitación independiente del Área de Influencia Directa (AID), toda vez que los efectos directos se encuentran contenidos espacialmente dentro de la franja definida como Área de Influencia. En este sentido, el AI integra tanto los impactos directos como indirectos, permitiendo un análisis más coherente con la dinámica espacial de los procesos ambientales en proyectos lineales. La delimitación del Área de Influencia mantiene consistencia con la RE previamente definido, de tal manera que el SAR 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:

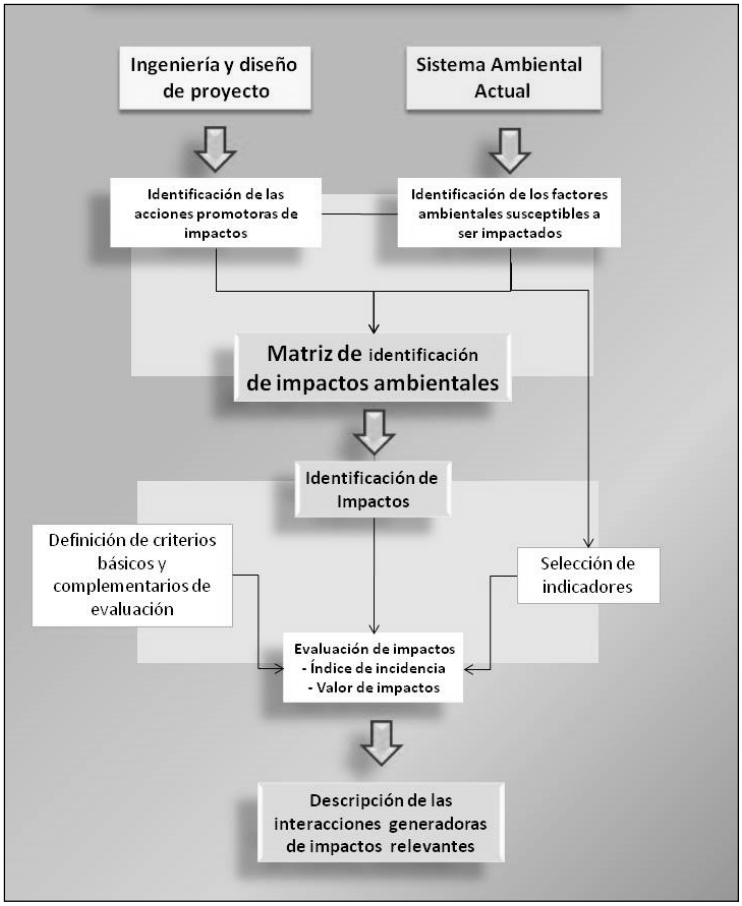
- Preparación del Sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

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 155+000 al Km 170+000, en el municipio de Múgica, 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 II, así como el escenario ambiental descrito en el capítulo IV, 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 incrementara 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,	**No**	En todo el derecho de vía no se presentan

	Interacciones del proyecto	Incide	Observación
	culturales, históricos		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.
10	Recursos renovables	**Si**	Por tratarse de una 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	**Si**	Se utilizarán combustibles en las etapas de

	Interacciones del proyecto	Incide	Observación
	lubricantes		preparación del sitio y construcción para la operación de maquinaria, equipo y vehículos de la obra.
19	Áreas Naturales Protegidas	**No**	El proyecto de ampliación de la autopista no incide sobre ningún ANP de carácter federal, estatal o municipal.
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			
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
	Permanente	Supone una alteración de duración indefinida	3
Reversibilidad	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							+
Socioeconón	Infraestructura							
	Empleo	+						+
	Patrimonio Familiar							
	Economía Familiar							
	Riegos de Accidentes		-	+	+	+	+	+
	Economía local		+					
	Flujo vehicular		+	+	+	+	+	+

V.3 IValoración 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
Contratacion 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/Economía 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 chapone	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 realizaran 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 presentara 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 Secretaria 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 desmontes, 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 consideraran 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 efectuaran 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 a lo señalado en el capítulo V.

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 las 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 al 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 aprovechara 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 MEDIDA 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 155+000 al Km 170+000, en el municipio de Múgica, 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. El proyecto ni el SAR no inciden dentro de un Área Natural Protegida de carácter federal, municipal o estatal.

Por tal motivo no se producirán daños graves a los ecosistemas, además no amerita presentar a la SEMARNAT una fianza o un seguro.

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 éste 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
Aire	368,000.00	1,312,000.00
Suelo	821,000.00	3,542,000.00
Agua	156,000.00	
Flora	2,113,847.00	
Fauna	649,000.00	
Paisaje / Socioeconómico	350,000.00	
Subtotales	4,457,847.00	4,854,500.00
Total	**$**	**9,311,847.00**

El Gran Total es de **$9,311,847.00**, 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

Anexos

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA.

Los elementos técnicos e instrumentos metodológicos que sustentan los resultados de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto "Ampliación de dos a cuatro carriles de la Autopista Nueva Italia – Lázaro Cárdenas Tramo del Km 155+000 al Km 170+000", en el estado de Michoacán de Ocampo, se encuentran en las carpetas llamadas Anexos.

A continuación se presenta el contenido de cada Anexo.

Anexo 1 Documentación legal del Promovente

Anexo 2 Fotográfico

1 Anexo Flora
2 Anexo Fauna

Anexo 3 Ubicación

1 Coordenadas del SAR y trazo

Anexo 4 Programas ambientales y ETE

1 Programa de Reforestación
2 Programa de Manejo de Fauna
3 Estudio Técnico Económico
4 Programa Manejo de Residuos

5 Programa de Vigilancia Ambiental
6 Programa de Conservación de Suelos

Anexo 5 Planos y Cartografía

Anexo. Fotográfico de Fauna

- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto “Ampliación de la Autopista Siglo XXI” (Tramo del Km 155+000 al Km 170+000).

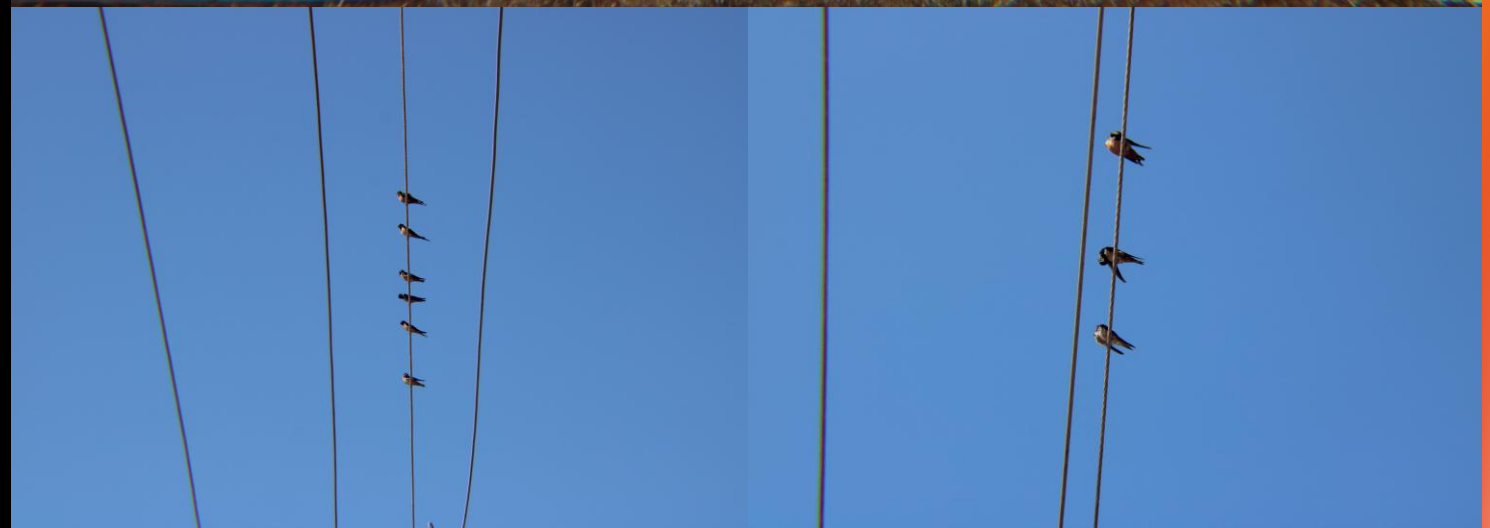
- *Coragyps atratus*





- *Hirundo rustica*





- *Bos taurus*



- *Felis catus*



- *Aspidoscelis spp.*



- *Myiozetetes similis*



- *Tyrannus melancholicus*



- *Dryocopus lineatus*



- *Crotophaga sulcirostris*



- *Quiscalus mexicanus*



- *Columba livia domestica*





- *Crotofaga sulcirostris*



Anexo. Fotográfico de Flora

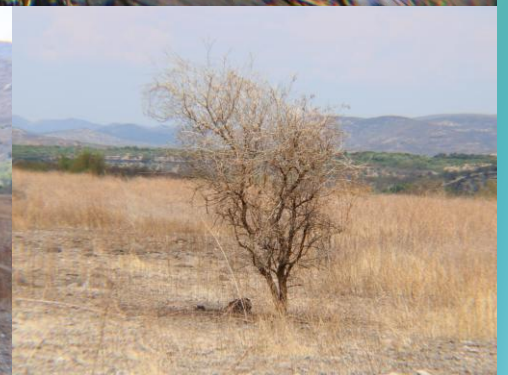
- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del Proyecto “Ampliación de la Autopista Siglo XXI” (Tramo del Km 155+000 al Km 170+000).

- *Vachellia farnesiana*









- *Ipomoea spp.*



- *Leucaena esculenta*



- *Prosopis spp.*



- *Muhlenbergia porteri*



- *Celtis pallida*



- *Parkinsonia aculeata*



- *Stenocereus quevedonis*



- *Guazuma ulmifolia*



- *Vachellia farnesiana*



- *Mangifera indica*





- *Eysenhardtia polystachya*



- *Lysiloma acapulcense*



- *Guazuma ulmifolia*



- *Leucaena leucocephala*



- *Enterolobium cyclocarpum*



- *Mangifera indica*



- *Guazuma ulmifolia*



- *Vachellia farnesiana*



- *Leucaena leucocephala*



- *Sorghastrum nutans*



